



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 601 21 079 T2 2006.12.28

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 132 213 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 601 21 079.4

(96) Europäisches Aktenzeichen: 01 105 018.4

(96) Europäischer Anmeldetag: 01.03.2001

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 12.09.2001

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 28.06.2006

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 28.12.2006

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: B41J 2/21 (2006.01)

B41J 19/78 (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**516816** 01.03.2000 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE, ES, GB, IT**

(73) Patentinhaber:  
**Hewlett-Packard Development Company, L.P.,  
Houston, Tex., US**

(72) Erfinder:  
**Zapata, Elizabeth, Rubi 08191, Barcelona, ES;  
Sanchez, Salvador, 08203 Sabadell, Barcelona, ES**

(74) Vertreter:  
**Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049  
Pullach**

(54) Bezeichnung: **Minderung des Streifeneffektes in schrittweisem Druck**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

### Gebiet der Erfindung

**[0001]** Diese Erfindung bezieht sich allgemein auf Maschinen und Verfahren zum Drucken von Text oder Graphik auf Druckmedien, wie z. B. Papier, Transparentmaterial oder andere glänzende Medien; und insbesondere auf eine abtastende thermische Tintenstrahlmaschine und ein solches Verfahren, die Text oder Bilder aus einzelnen Tintenpunkten, die auf einem Druckmedium erzeugt werden, in einem zweidimensionalen Pixelarray erstellen. Die Erfindung verwendet Druckmodustechniken zum Optimieren der Bildqualität.

### Hintergrund der Erfindung

(a) Raumfrequenzeffekte bei Bandbildung – Ein ständiges Problem bei inkrementalem Drucken ist eine deutlich sichtbare Bandbildung oder Musterbildung, die aus einer großen Vielzahl von Gründen entsteht. Allgemein hängen diese Gründe mit wiederholt auftretenden Phänomenen zusammen, die der bahnbasierten Natur solchen Druckens inhärent sind.

Joan Manel Garcia adressiert in den veröffentlichten europäischen Patentanmeldungen Nr. 0990516, 0990528 und 0998117 insbesondere Probleme der Musterbildung in der lateralen oder transversalen Richtung, d. h. parallel zu der Bewegungssachse. Er weist darauf hin, dass eine solche Musterbildung besonders unerwünscht ist, wenn sie in räumlichen Periodizitäten auftritt, gegenüber denen das menschliche Auge besonders empfindlich ist.

Garcia zeigt, dass eine solche Bandbildung bei normalen Leseabständen sehr unauffällig aufbereitet werden kann, durch Bewegen der Periodizität auf grob 3 cm (1 Zoll), oder vorzugsweise ein Bit länger. Dies kann erreicht werden durch Felderteilung von Druckmasken dieser Breiten. Leider ist diese Technik derzeit nicht ohne weiteres anwendbar auf die longitudinale Abmessung – d. h. auf die Richtung parallel zu der Druckmediumvorschubachse. Der Grund ist, dass allgemein die größten aktuellen Druckköpfe in dieser Richtung nur etwa 2 1/2 cm (1 Zoll) lang sind.

Innerhalb des entsprechenden verfügbaren Bereichs von Raumfrequenzen ist Bandbildung in den unteren drei Vierteln dieses Bereichs (der bei Einzel-Durchlauf- bis Vier-Durchlauf-Druckmodi verwendet wird) ziemlich sichtbar. Leider spricht der aktuelle Trend zum Reduzieren der Anzahl von Durchläufen, die zum Drucken jedes Bildsegments verwendet wird – um den Gesamtdruckdurchsatz zu verbessern – gegen die Verwendung genau dieses Teils des Bereichs.

(b) Bahngrenzflächeneffekte – Ein Teil der Bandbildung entlang der Druckmediumvorschubachse

ergibt sich an den Grenzflächen zwischen Bahnen – aufgrund der Vorschubfehler und „PAD“-Fehler, die oben erwähnt werden, und aufgrund von Tintenmedieninteraktionen, wie z. B. Zusammenfließen oder Druckmediumausdehnung. Frühere Dokumente, wie z. B. von Doval, haben darauf hingewiesen, dass diese wiederholten kleinen Ausfälle der Angrenzung selbst Bandbildung erzeugen (wenn auch äußerst winzige Ungenauigkeiten oder Schwankungen bei der Angrenzung hilfreich sein können).

Bahnangrenzungsumregelmäßigkeiten können die einzige sichtbarste Form oder Typ von Bandbildungseffekt darstellen. Wenn ein Bahnrand eng an den anderen angrenzt, ist die Angrenzung bei nahe immer ungenau – was entweder zu einem schmalen Zwischenraum zwischen Bändern oder einem schmalen Überdrucken führt, wo dieselben überlappen.

Außerdem sind die beiden Bahnen allgemein nicht genau gleich in der Dunkelheit oder Farbsättigung, was ein weiteres Kontrastelement entlang der Grenzfläche hinzufügt. Solche Probleme werden verstärkt durch einen hohen oder abrupten Feuchtigkeitsgradienten entlang des Rands einer gerade aufgebrachten Bahn, wenn eine angrenzende Bahn kurz danach gebildet wird.

(c) Interne Effekte – Nicht alle Bandbildungsprobleme treten jedoch an Bahngrenzen auf. Einige ergeben sich einfach aus Düsen-PAD-Problemen und diese können vollständig innerhalb der Bahn sein.

Interne Muster können durch wiederholtes Auftreten von Düsenunregelmäßigkeiten gebildet werden. Herkömmliche systematische Verfahren platzierten bestimmte unregelmäßig funktionierende Paare (oder andere Gruppen) von Druckkopfelementen in Verbindung – bezüglich des Druckmediums – immer und immer wieder.

Als ein Beispiel verwendet das Druckerprodukt der Hewlett Packard Company, das als Modell 2000C bekannt ist, Zwei-Durchlauf-Bidirektional-Druckmodi – wobei jede Pixelzeile durch zwei getrennte Düsen gedruckt wird. Bei 24 Zeilen pro Millimeter (600 Punkte pro Zoll, dpi), hat ein 12,7 mm (1/2 Zoll) Stift 300 Düsen.

Normalerweise tragen die Düsen Nr. 1 und 151 Tropfen auf die gleiche Bildzeile auf – unter Verwendung eines 6 1/3 mm (Viertel-Zoll) Vorschubs und erneut eines Zwei-Durchlauf-, 300-Düsen-Druckmodus. Alle 6 1/3 mm werden diese gleichen zwei Düsen gepaart (siehe [Fig. 7](#) und die Tabelle).

Falls die Düsen 1 und 151, wenn sie kombiniert verwendet werden, einen wahrnehmbaren Bandeffekt bilden, ist dieser Effekt für den Benutzer äußerst sichtbar – weil derselbe in einer sich wiederholenden Struktur vorliegt, grob alle 6 mm oder viertel Zoll. Falls beispielsweise beide Düsen ziemlich entfernt von ihrer Nominalzielpixelzeile

gerichtet sind, erscheint diese Pixelzeile ungedruckt (zumindest in der bestimmten Farbe, in der der fragliche Kopf druckt), anstatt normalerweise doppelt bedruckt.

Eine weitere Art von Bandeffekt kann bewirkt werden durch eine Interaktion von Düsen, die benachbart oder nahegelegen sind. Man nehme beispielsweise an, dass die Düse Nr. 5 „niedrig“ gerichtet ist (zu der Nominalzielzeile für die Düse 6). Falls die Düse 6 genau gerichtet ist, wird ihre Zielzeile doppelt gedruckt.

Falls außerdem die Düse 156 ebenfalls genau gerichtet ist, aber die Düse 157 „hoch“ gerichtet ist (d. h. beide zu der Zielzeile für die Düse 156), dann wird bei dem gedruckten Bild die gemeinsame Pixelzeile für die Düsen 6 und 156 vierfach gedruckt – während die benachbarten Zeilen darüber und darunter jeweils einfach gedruckt anstatt normal (doppelt gedruckt).

Kurz gesagt, Bandbildung innerhalb von Bahnen ergibt sich von wiederholendem Zusammentreffen zwischen unregelmäßig druckenden Elementen innerhalb jeder Kombination. Musterbildung ergibt sich durch einen wiederholten systematischen Betrieb.

Unerwünschte Musterbildung ist quantitativen Effekten unterworfen. Somit lösen einige Druckmaskierungslösungsansätze bei Musterbildung in der Tat einfach nur die Wiederholung in einer Umgebung mit einer größeren Anzahl von alternativen Zuständen auf.

(d) Mehrfachdurchlaufdruckmoduslösungen – Bisher war es eine übliche Strategie zum Handhaben aller dieser Probleme, die Anzahl von Durchläufen zu erhöhen, die verwendet werden, um jedes Bildsegment zu drucken. Diese Strategie verschlechtert jedoch den Druckdurchsatz.

Dieselbe ist daher bei dem derzeitigen Markt nachteilig, der zunehmend höhere Anforderungen stellt. Dieser Marktplatz ist gekennzeichnet durch ständig steigende Verbraucherwahrnehmung dessen, was eine annehmbare Gesamtbilddruckzeit darstellt.

(e) PAD-Faktor – Eine weitere Art von Bandeffekt ergibt sich insbesondere mit bestimmten Stiften, die Automatische-Folienbandtechnologie-(„TAB“-) Düsenarrays verwenden, in Bildbereichen, wo benachbarte Bahnen normalerweise aneinandergrenzen. Diese Effekte treten auf, weil einige moderne Stifte einer Konzentration von Zielfehlern am Ende des Stifts unterworfen sind – klassischer Weise nach außen gerichtete Düsen **91** ([Fig. 8](#)) im Unterschied zu der großen Mehrzahl von eher zentral angeordneten Düsen **90**.

Diese höhere Fehlerdichte mit systematischem nach außen gerichteten Ziel ergibt sich von der größeren Schwierigkeit, TAB-Streifendüsenarrays planar zu halten im Vergleich zu den früher verwendeten Metalldüsenplatten. Bei einigen Köpfen, insbesondere am Ende des Arrays, wird der

Streifen typischerweise um die benachbarten Enden des Druckkopfs gewickelt – was bewirkt, dass sich der Streifen sehr leicht kräuselt.

Das Außenziel bei Stiften dieses Typs erhöht **93** die Gesamtabmessung der Pixelbahn in der Druckmedienvorschubachse über die nominale Breite **92** hinaus. Typischerweise war diese Gesamterhöhung in der Größenordnung von zwei oder drei Zeilen.

Wenn benachbarte Bahnen **94**, **96**, die eng angrenzen sollten, mit einem nominalen Vorschub des Druckmedienvorschubmechanismus gedruckt werden ([Fig. 9](#) linke Ansicht „A“), werden diese Bahnen als Folge statt dessen leicht überlappen. Dies tritt auf, weil eine Fehlerregion **93** ([Fig. 9](#), „A“-Ansicht) in einer der Bahnen **94** in die Region **92'** vorsteht, die durch die andere Bahn **96** belegt sein sollte.

Währenddessen steht eine ähnliche Fehlerregion **93'**, die sich von dieser anderen Bahn **96** erstreckt, in die Region vor, die durch die erste Bahn **94** belegt sein sollte. Wie die Darstellung vermuten lässt, sind diese Ausdehnungen nicht auf den beispielhaften zusammengesetzten Ausdruck **98** von nur diesen drei Bahnen **94–96** beschränkt; statt dessen breitet sich das Phänomen wie bei **93'** auf weitere Bahnen darüber und darunter aus. Wenn diese Bahnen somit mit einem nominalen Vorschub des Druckmedienvorschubmechanismus gedruckt werden, erzeugen diese Effekte innerhalb des zusammengesetzten Ausdrucks **98** ein dunkles Band in jedem Überlappungsbereich. Die dunklere Einfärbung dort ist normalerweise auf Kosten einer leichten Erhellung innerhalb einiger Pixelzeilen nach innen von (d. h. über und unter) dem nominalen Bahnrand. Die Gesamtkonsequenz ist eine Bildung unerwünschter Streifungen in dem zusammengesetzten Ausdruck **98**.

Um diesen Artefakttyp aufgrund von Außen-PAD-Fehler zu verringern, liefern einige Drucker eine eingebaute algorithmisch betriebene automatische Messung des effektiven Anstiegs der Pixelbahnabmessung. Dem folgt eine automatische Einstellung des Druckmedienvorschubs, der typischerweise den Vorschubhub um etwa die Hälfte der Ausdehnung der Bahnabmessung erweitert.

Somit sind die gleichen Bahnen **94'–96'** (rechte „B“-Ansicht, [Fig. 9](#)) in der longitudinalen Richtung etwas weiter entfernt abgestuft, so dass die gleichen Fehlerregionen **93**, **93'** – der abwechselnden Bahnen **94'** bzw. **96'** entweder nur leicht angrenzen oder überlappen. Das Ergebnis ist ein verlängerter zusammengesetzter Ausdruck **98'**, bei dem zumindest die Auffälligkeit der Streifungen wesentlicher unterdrückt ist.

Die Messung wird manchmal ausgedrückt bezüglich des Findens eines sogenannten „PRD-Faktors“, dem Verhältnis der tatsächlichen zur nominalen Bandabmessung – in früheren Systemen

immer eine Zahl, die etwas größer ist als 1. Diese Technik behebt weder PAD-Düsenfehler noch Bahnabmessungsausdehnungen, sondern nimmt diese Effekte auf, um die Auffälligkeit der Überlappung zu reduzieren.

In jüngster Zeit, mit den fortlaufenden Bemühungen, PAD-Fehler zu steuern, ist ein solcher Fehler nicht mehr nur außerhalb gelegen und die Bahnabmessungsänderung ist nicht mehr immer nur eine Ausdehnung, sondern manchmal auch eine Verkleinerung. Durch die eben erörterten automatischen Unterbringungen liegt der PAD-Faktor manchmal knapp unter 1 anstatt knapp darüber – und der Druckmedienvorschubhub ist verkürzt anstatt verlängert.

Schließlich ist in den aktuellsten Produkten der PAD-Fehler nicht mehr systematisch an den Enden des Düsenarrays konzentriert, sondern statt dessen etwas zufällig entlang der Arraylänge verteilt. Mit diesen jüngsten Entwicklungen unterscheidet sich der PAD-Faktor nur noch unwesentlich von Eins und der automatische Steueralgorithmus hat, obwohl er werksmontiert ist und bei einigen Einheiten tatsächlich am Einsatzort arbeitet, normalerweise nur wenig Zweck.

Zu dem Ausmaß, dass ein Punktplatzierungsfehler zufällig entlang dem Druckkopf platziert ist, erzeugt der Algorithmus nicht die beabsichtigten Ergebnisse. Ferner bleibt der Ausdruck anfällig für die anderen Bandbildungsprobleme, die in den vorhergehenden Unterabschnitten (a) bis (d) eingeführt wurden.

Da es eine sehr reale Möglichkeit gibt, dass zukünftige Produktionslaufschwankungen den Wunsch nach automatischer Überwachung und Hubeinstellung wieder einführen, wird diese algorithmische Überwachung und Steuerung der effektiven Arraylänge in Druckerprodukten am besten beibehalten. Es wurde bisher jedoch nicht vorgeschlagen, dass dieses Einbaumerkmal zusätzlichen Nutzen haben kann – bisher nicht beachtet – zum Adressieren der anderen Arten von Bandbildungsphänomenen, die in den obigen Unterabschnitten (a) bis (d) erörtert wurden.

(f) Der nächstliegende Stand der Technik, US 5805183, offenbart ein Verfahren zum Drucken eines Bilds gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 und eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 13.

(g) Zusammenfassung – Somit hat die Unfähigkeit, Probleme der Bandbildung in Druckmodi, die eine geringe Anzahl von Durchläufen verwenden, effektiv zu adressieren, bisher das Erreichen von einheitlichem hervorragenden Tintenstrahldrucken – bei einem hohen Durchsatz – behindert. Somit bleiben wichtige Aspekte der Technologie, die auf dem Gebiet der Erfindung verwendet werden, zugänglich für sinnvolle Verfeinerung.

## Zusammenfassung der Offenbarung

**[0002]** Die vorliegende Erfindung führt eine solche Verfeinerung ein. Bevor mit einer relativ gründlichen Einführung der Erfindung fortgefahren wird, stellt dieser Abschnitt zunächst einen informellen Überblick über einige Erkenntnisse dar, die in einem gewissen Sinne zum Bilden der Erfindung beigetragen haben.

**[0003]** Um Bandbildungseffekte weniger auffällig zu machen, kann die Raumfrequenz oder Wellenzahl der Bandbildung erhöht werden (d. h. die Periode wird verkürzt, verringert). Bandbildung bei höherer Raumfrequenz ist weniger sichtbar für das menschliche Auge als Bandbildung bei einer niedrigen Frequenz.

**[0004]** Garcias vorher erwähnte Technik funktioniert, weil die visuellen Antwortcharakteristika eine Spitze bilden – so dass auch niedrige Frequenzen weniger sichtbar sind. Für die Bereiche, die derzeit mit Druckköpfen von 2 1/2 cm Länge und weniger erhältlich sind, ist es jedoch am effektivsten, auf die höheren Frequenzen zurückzugreifen.

**[0005]** Wie es oben angemerkt wurde, werden einige Muster durch wiederholtes Zusammentreffen von Düsenunregelmäßigkeiten gebildet. Solche unerwünschten Zusammentreffen können nur fortlaufend auftreten, falls wiederholt gemeinsame Schrittabstände verwendet werden.

**[0006]** Die wiederholte Verwendung von Schrittabständen hat den Effekt des Platzierens bestimmter unregelmäßig funktionierender Paare oder anderer Gruppen von Druckkopfelementen in Verbindung mit dem Druckmedium – immer wieder. Diese Zusammentreffen selbst liegen immer vor, zumindest in einem latenten oder virtuellen Sinn, weil die Paare oder Gruppen von unregelmäßig funktionierenden Elementen immer in dem Druckkopf vorliegen – aber dieselben werden nur sichtbar und dadurch unerwünscht, wenn dieselben durch regelmäßige Wiederholung des Schrittabstands auf dem Druckmedium entwickelt werden.

**[0007]** Bezüglich den vorher erwähnten Problemen im Zusammenhang mit angrenzenden Bahnen können diese sehr stark verringert werden durch Vermeiden jeglicher Bildung von angrenzenden Bahnen. Vorteilhafterweise wird dies mit großer Sorgfalt durchgeführt, weil frühere Arbeiten, wie z. B. Doval's, aufgezeigt haben, dass wiederholte kleine Ausfälle von Angrenzungen selbst Banderscheinung einführen. Das Platzieren von Bahnrändern entfernt von einander – oder vorzugsweise gut entfernt voneinander und vorzugsweise in einer zeitlich abwechselnden Weise – reduziert jedoch die angrenzungsbezogenen Bandbildungsbestandteile wesentlich.

**[0008]** Im Allgemeinen erreichen die in diesem Dokument eingeführten Innovationen eine wertvolle Reduktion bei der Bandbildung, ohne auf eine große Anzahl von Durchläufen zurückzugreifen. Auf diese Weise entwickelt die Erfindung das Gebiet des inkrementalen Druckens weiter durch Ermöglichen einer hohen Bildqualität ohne eine Verschlechterung des Druckdurchsatzes.

**[0009]** Unter Berücksichtigung der obigen vorläufigen Beobachtungen bewegt sich diese Zusammenfassung nun zu einer etwas genaueren Erörterung der Erfindung.

**[0010]** Bei bevorzugten Ausführungsbeispielen dieser ersten unabhängigen Hauptfacette oder dieses Hauptaspekts ist die Erfindung ein Verfahren zum Drucken eines Bildes gemäß Anspruch 1. In diesem gesamten Dokument ist klar, dass ein „Bild“ im Wesentlichen jede Art von Bild sein kann – einschließlich, aber nicht beschränkt auf Text, computerunterstützte Entwurfs- (CAD-) Zeichnungen und photographieartige Bilder. Das Verfahren umfasst das Ausführen mehrerer Durchläufe eines Druckkopfs über ein Druckmedium, wobei jeder Durchlauf eine Bahn von Markierungen auf dem Medium bildet.

**[0011]** Außerdem ist – zwischen dem Drucken von Durchläufen des Druckkopfs – schrittweises Vorbewegen des Druckmediums enthalten, um einen Nicht-Null-Schrittabstand, der zwischen den Schritten variiert. Das Vorhergehende kann eine Beschreibung oder Definition des ersten Aspekts oder der ersten Facette der Erfindung in ihrer breitesten oder allgemeinsten Form darstellen. Selbst wenn sie in diesen breiten Begriffen ausgedrückt ist, ist jedoch ersichtlich, dass diese Facette der Erfindung die Technik auf wichtige Weise weiterentwickelt.

**[0012]** Insbesondere neigt das Variieren des Schrittabstands dazu, Muster aufzubrechen, die ansonsten durch wiederholtes Zusammentreffen von Druckelement- (z. B. Düsen-) unregelmäßigkeiten gebildet werden. Solche unerwünschten Zusammentreffen können nur fortlaufend auftreten, falls gemeinsame Schrittabstände wiederholt verwendet werden.

**[0013]** Die wiederholte Verwendung von Schrittabständen hat den Effekt des Platzierens bestimmter unregelmäßig funktionierender Paare oder anderer Gruppen von Druckkopfelementen in Verbindung mit dem Druckmedium – immer und immer wieder. Diese Zusammentreffen selbst liegen immer vor, zumindest in einem latenten oder virtuellen Sinn, weil die Paare oder Gruppen von unregelmäßig funktionierenden Elementen immer in dem Druckkopf vorliegen – aber dieselben werden nur sichtbar und dadurch unerwünscht, wenn dieselben durch regelmäßige Wiederholung des Schrittabstands auf dem Druckmedium entwickelt werden.

**[0014]** Obwohl der erste Hauptaspekt der Erfindung somit die Technik wesentlich verbessert, wird die Erfindung zum Optimieren des Genusses der Vorteile derselben trotzdem vorzugsweise in Verbindung mit bestimmten zusätzlichen Merkmalen oder Charakteristika praktiziert. Insbesondere variiert vorzugsweise der Schrittabstand bei beinahe jedem Schritt.

**[0015]** Bei einer zufriedenstellenden Betriebsweise, die aufgrund ihrer Einfachheit bevorzugt wird, wechselt der Schrittabstand im Wesentlichen zwischen zwei bestimmten Werten. Bei dieser Situation ist die Anzahl von Durchläufen vorzugsweise Drei; und die beiden einzelnen Werte sind ein Sechstel und eine Hälfte einer Höhe der Bahn.

**[0016]** Eine weitere Präferenz ist, dass die Anzahl  $N$  von Durchläufen ungerade ist und der Schrittabstand zwischen Werten variiert, die eine Form  $(2n - 1)/2N$  aufweisen, wobei  $n$  eine Ganzzahl ist, die von 1 bis  $N$  reicht. Der Punkt hierbei ist, dass die Verwendung der Erfindung, um Musterbildung zu unterbrechen, einen quantitativen Charakter hat.

**[0017]** Beispielsweise ist ein Wechsel zwischen zwei einzelnen Werten besser als überhaupt keine Änderung; aber nicht so gut wie beispielsweise eine Rotation zwischen fünf einzelnen Werten oder sieben. Somit ist die Musterbildung einer Art Verdunngseffekt unterworfen, bei dem die Auffälligkeit effektiver unterdrückt werden kann, indem die Musterbildung gezwungen wird, zunehmend komplizierter zu werden.

**[0018]** Eine weitere Präferenz ist, dass Bandbildungseffekte, die durch das Verfahren erzeugt werden, im Wesentlichen die doppelte Raumfrequenz von Bandbildungseffekten haben, die unter Verwendung der gleichen Anzahl von Durchläufen, aber mit einem nicht-variiierenden Schrittabstand erzeugt werden. Techniken zum Erhalten dieses bevorzugten Zustands werden nachfolgend beschrieben. Diese Präferenz stellt eine andere und komplexere Art von quantitativer Strategie dar: anstatt eine numerische Abschwächung einfach mit roher Gewalt durchzusetzen, bewirkt diese Präferenz etwas, was als „schlaue Abschwächung“ bezeichnet werden kann, die spezifisch darauf abzielt, eine Art von Musterbildung zu erzeugen, auf die das menschliche Auge weniger anspricht.

**[0019]** Eine weitere Art von Präferenz ist, dass das schrittweise Positionieren einen Schrittabstand umfasst, der im Wesentlichen zufällig oder randomisiert ist.

**[0020]** Einige Drucker, bei denen die Erfindung verwendet werden kann, haben einen installierten Algorithmus zum Aufnehmen von Druckmediumvorschubachsenfehler – wie es beispielsweise in dem oben

erwähnten ersten Doval-Dokument beschrieben ist. Falls das Verfahren der Erfindung in einem solchen Drucker praktiziert wird, umfasst das schrittweise Positionieren vorzugsweise das Verwenden einer Anpassung des Fehleraufnahmealgorithmus.

**[0021]** In ihrem zweiten Aspekt ist die Erfindung eine Vorrichtung zum Drucken eines Bilds auf einem Druckmedium gemäß Anspruch 13. Die Vorrichtung umfasst einen Druckkopf.

**[0022]** Dieselbe umfasst auch eine Einrichtung zum mehrmaligen Leiten des Druckkopfs über das Medium. Zu Zwecken der Verallgemeinerung und Breite bei der Erörterung der Erfindung wird diese Einrichtung einfach als „Leitungseinrichtung“ bezeichnet. Jeder Durchlauf bildet eine Bahn von Markierungen auf dem Medium.

**[0023]** Die Vorrichtung umfasst ferner eine Einrichtung zum Beabstanden von Rändern jeder Bahn entfernt von Rändern von im Wesentlichen jeder anderen Bahn, so dass im Wesentlichen keine zwei Bahnränder auf einem solchen Medium zusammentreffen. Erneut wird aus Gründen der Breite und Verallgemeinerung diese Einrichtung als „Beabstandungseinrichtung“ bezeichnet.

**[0024]** Der Begriff „im Wesentlichen“ ist hier zwei Mal enthalten, um zu verdeutlichen, dass diese zweite Facette der Erfindung eine Vorrichtung mit gelegentlich oder unwichtigen Abweichungen von den angegebenen Bedingungen umfasst. Beispielsweise versucht ein Wettbewerber, den Durchlauf der vorliegenden Erfindung zu umgehen, indem er die Ränder jeder Bahn nicht von Rändern aller anderen Bahnen beabstandet.

**[0025]** Genauer gesagt, eine solche Strategie könnte es umfassen, zu erlauben, dass Bahnränder gelegentlich zusammentreffen. Der Begriff „im Wesentlichen“ macht klar, dass solche Variationen innerhalb des Schutzbereichs bestimmter angehänger Ansprüche liegen und keine Ausflucht von dem Status eines Patentverletzers bieten.

**[0026]** Das Vorhergehende kann eine Beschreibung oder Definition des zweiten Aspekts oder der zweiten Facette der Erfindung in ihrer breitesten oder allgemeinsten Form darstellen. Selbst wenn sie in diesen breiten Begriffen beschrieben ist, ist jedoch klar, dass diese Facette der Erfindung die Technik auf wichtige Weise verbessert.

**[0027]** Insbesondere reduziert das Vermeiden der Überlagerung von unterschiedlichen Bahnrändern die einzige auffälligste Form oder Art von Bandbildungseffekt sehr stark. Wenn ein Bahnrand sehr nahe an einen anderen angrenzt, ist die Angrenzung beinahe immer ungenau – was zu einem schmalen

Zwischenraum zwischen Bahnen führt oder einem schmalen Überdrucken, wo dieselben überlappen.

**[0028]** Außerdem sind die beiden Bahnen im Allgemeinen nicht genau gleich bezüglich Dunkelheit oder Farbsättigung, was ein weiteres Kontrastelement entlang der Grenzfläche hinzufügt. Auffälligkeit wird daher einfach reduziert durch Beabstande der Ränder entlang der Vorschubrichtung.

**[0029]** Obwohl der zweite Hauptaspekt der Erfindung somit die Technik wesentlich verbessert, wird die Erfindung vorzugsweise zum Optimieren des Genusses der Vorteile derselben trotzdem in Verbindung mit bestimmten zusätzlichen Merkmalen oder Charakteristika praktiziert. Insbesondere umfasst die Beabstandungseinrichtung vorzugsweise eine Einrichtung zum Modifizieren einer Raumfrequenz von Bandbildungseffekten, die durch die Vorrichtung erzeugt werden.

**[0030]** Eine weitere Präferenz ist, dass die Beabstandungseinrichtung eine Einrichtung umfasst zum Beabstande der Bahnränder voneinander um einen Abstand, der im Wesentlichen zufällig oder randomisiert ist. Noch eine weitere Präferenz wird in diesem Fall erhalten, in dem die Druckvorrichtung einen eingebauten Algorithmus zum Aufnehmen von Druckmedievorschubachsenfehler umfasst; in diesem Fall umfasst die Beabstandungseinrichtung eine Einrichtung zum Anpassen des Fehleraufnahmealgorithmus, um die Bandränder gut entfernt voneinander zu beabstande.

**[0031]** Aus dem Vorhergehenden ist klar, dass der Abstand, um den die Bahnränder beabstandet sind, groß oder klein sein kann. Vorzugsweise beabstandet die Beabstandungseinrichtung die Bahnränder jedoch gut entfernt voneinander – nämlich zumindest ein Zwanzigstel der Bahnabmessung in einer Richtung des Druckmedievorschubs.

**[0032]** Das heißt die betrachtete Bahnabmessung ist hier die Abmessung entlang der Druckmedievorschubrichtung; und es ist diese Abmessung, die mit der Beabstandung von Bahnrändern verglichen wird. Noch bevorzugter ist diese Bahnrandbeabstandung zumindest ein Zehntel der Bahnabmessung.

**[0033]** Bei bevorzugten Ausführungsbeispielen ist die Erfindung eine Vorrichtung zum inkrementalen Drucken eines Bildes auf einem Druckmedium. Die Vorrichtung umfasst einen Wagen für eine Hin- und Herbewegung über das Medium.

**[0034]** Außerdem ist auf dem Wagen ein Druckkopf enthalten, um im Wesentlichen bei jedem bestimmten Mehrfachen von halben Hin- und Herbewegungen des Wagens eine vollständig eingefärbte Bahn von Markierungen auf dem Medium zu bilden. (Was

beispielsweise beschrieben ist, kann ein N-Durchlauf-Druckmodus sein, wobei das „bestimmte Mehrfache“ N für bidirektionales Drucken oder 2N für unidirektionales Drucken sein kann).

**[0035]** Der Begriff „vollständig eingefärbt“ bedeutet nicht, dass Tinte tatsächlich auf jedes Pixel aufgetragen wird, da ein bestimmtes Bild typischerweise nicht bei jedem Pixel einen Tintentropfenpunkt erfordert. Für die Zwecke dieser Form der Erfindung bedeutet „vollständig eingefärbt“ einfach, dass alle Pixel in dem Umfang eingefärbt wurden, wie sie für das betreffende Bild eingefärbt werden sollen.

**[0036]** Eine weitere Möglichkeit, dies zu beschreiben, ist zu sagen, dass die Bahn vollständig adressiert wurde. Auf der Basis dieser Erörterung wird davon ausgegangen, dass Fachleute auf diesem Gebiet verstehen, was beabsichtigt ist. Jede Bahn weist zumindest eine Region auf.

**[0037]** Der Druckkopf umfasst mehrere einzelne Druckelemente. Eine Anzahl von Kombinationen von Gruppen der Elemente werden zum Drucken jeder Region jeder Bahn verwendet.

**[0038]** Die Vorrichtung umfasst auch eine Einrichtung zum Erhöhen der Anzahl von Kombinationen, die zum Drucken jeder Region verwendet werden. Aus oben angegebenen Gründen wird diese Einrichtung als „anzahlerhöhende Einrichtung“ bezeichnet.

**[0039]** Das Vorhergehende kann eine Beschreibung oder Definition dieser bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung in ihrer breitesten oder allgemeinsten Form darstellen. Selbst wenn sie in diesen breiten Begriffen beschrieben werden, ist jedoch klar, dass diese Facette der Erfindung die Technik auf wichtige Weise verbessert.

**[0040]** Insbesondere vermindert das Erhöhen der Anzahl von Kombinationen die Auswirkung von sich wiederholenden Zusammentreffen zwischen unregelmäßig druckenden Elementen innerhalb jeder Kombination beträchtlich. Dies wird oben erörtert bezüglich der dritten Präferenz für den ersten Hauptaspekt der Erfindung.

**[0041]** Obwohl diese bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung somit die Technik wesentlich verbessern, wird die Erfindung zum Optimieren des Genusses der Vorteile derselben vorzugsweise trotzdem in Verbindung mit bestimmten zusätzlichen Merkmalen oder Charakteristika praktiziert. Insbesondere ist vorzugsweise das bestimmte Mehrfache einer halben Hin- und Herbewegung eine halbe Hin- und Herbewegung; andere bevorzugte Werte sind eine volle Hin- und Herbewegung und zwei volle Hin- und Herbewegungen.

**[0042]** Eine weitere Präferenz ist, dass die Vorrichtung ferner einen Vorschubmechanismus zum Liefern einer relativen Bewegung zwischen dem Wagen und dem Medium umfasst, in einer Richtung im Wesentlichen orthogonal zu der Hin- und Herbewegung. Mit dem Vorschubmechanismus ist in diesem Fall zumindest ein Prozessor verbunden, zum automatischen schrittweisen Positionieren des Vorschubmechanismus, wobei derselbe allgemein einmal für jede halbe Hin- und Herbewegung schrittweise positioniert wird.

**[0043]** Ferner umfasst bei diesem Fall die anzahlerhöhende Einrichtung eine Einrichtung zum Betreiben der Schrittweises-Positionieren-Einrichtung durch einen Schrittabstand, der wie zwischen den Schritten variiert. Noch eine weitere Präferenz in diesem gleichen Fall ist, dass die Einrichtung zum Betreiben der Schrittweises-Positionieren-Einrichtung zumindest einen Teil des zumindest einen Prozessors umfasst.

**[0044]** Es wird auch bevorzugt, dass im Wesentlichen keine zwei Bahnräder zusammenfallen, und dass der Schrittabstand im Wesentlichen bei jedem Schritt variiert (vorzugsweise zumindest abwechselnd zwischen zwei einzelnen Werten). Eine weitere Präferenz ist, dass Bandbildungseffekte, die durch die Vorrichtung erzeugt werden, im Wesentlichen zwei Mal die Raumfrequenz von Bandbildungseffekten haben, die erzeugt werden unter Verwendung des bestimmten Mehrfachen einer halben Hin- und Herbewegung aber mit einem nicht-variierenden Schrittabstand.

**[0045]** Eine noch weitere Präferenz ist, dass das bestimmte Mehrfache einer halben Hin- und Herbewegung des Wagens über im Wesentlichen jeden Teil eines solchen Mediums Drei ist; und falls dies der Fall ist, dass die beiden einzelnen Werte ein Sechstel und ein Halb einer Höhe der Bahn sind. Eine letzte Präferenz, die hier zu erwähnen ist, dass das bestimmte Mehrfache N einer halben Hin- und Herbewegung ungerade ist; und dass der Schrittabstand zwischen Werten variiert, die – wie vorher – die Form  $(2n - 1)/2N$  haben, wobei n eine Ganzzahl ist, die von 1 bis N reicht.

**[0046]** Bei anderen bevorzugten Ausführungsbeispielen ist die Erfindung ein Verfahren zum Drucken eines Bildes auf einem Druckmedium. Das Verfahren umfasst das Ausführen mehrerer Durchläufe eines Druckkopfs über einem Druckmedium.

**[0047]** Jeder Durchlauf bildet eine Bahn von Markierungen auf dem Medium. Das Verfahren umfasst außerdem – zwischen Druckdurchläufen des Kopfes – schrittweises Positionieren des Druckmediums um einen Schrittabstand, der im Wesentlichen zufällig oder randomisiert ist.

**[0048]** Das Vorhergehende kann eine Beschreibung oder Definition dieser Ausführungsbeispiele der Erfindung in ihrer breitesten oder allgemeinsten Form darstellen. Selbst wenn sie in diesen breiten Begriffen beschrieben ist, ist jedoch ersichtlich, dass diese Facette der Erfindung die Technik auf wichtige Weise verbessert.

**[0049]** Insbesondere trägt der Zufallseinfluss dazu bei, unerwünschte Musterbildung weiter zu unterbrechen, die sich aus dem wiederholten systematischen Betrieb ergibt. Wie es vorher angemerkt wurde, ist eine unerwünschte Musterbildung quantitativen Effekten unterworfen und eine reine numerische Abschwächung ist hilfreich. Eine solche Abschwächung wird jedoch stark verbessert, wenn die mehreren unterschiedlichen Schrittabstände zufällig auftreten – oder zumindest in einer im Wesentlichen zufälligen oder randomisierten Weise – anstatt gemäß einem systematischen zeitlichen oder räumlichen Muster.

**[0050]** Diese Aufgaben sind jedoch nicht die einzigen Ziele im Zusammenhang mit diesen erörterten Ausführungsbeispielen der Erfindung. Es liegt auch innerhalb des Schutzbereichs dieses Aspekts der Erfindung, einfach beispielsweise ein gewisses „Rauschen“ in dem Betrieb des Systems zu initiieren.

**[0051]** Es gibt verschiedene Gründe für eine solche Strategie. Lediglich beispielhaft haben die vorher erwähnten Patentdokumente von Garcia angezeigt, dass ein Gleichgewicht zwischen Rauschen/Körnigkeit und Determinismus/Regelmäßigkeit in einem Bild eines der allgemeinen Werkzeuge des Drucksystemsentwicklers ist.

**[0052]** Obwohl diese Ausführungsbeispiele der Erfindung somit die Technik wesentlich verbessern, wird die Erfindung trotzdem, um den Genuss der Vorteile derselben zu optimieren, vorzugsweise in Verbindung mit bestimmten zusätzlichen Merkmalen oder Charakteristika praktiziert. Allgemein sind solche Präferenzen die gleichen oder analog zu denjenigen, die oben für die ersten drei Hauptfacetten der Erfindung erwähnt wurden.

**[0053]** Falls somit insbesondere das Verfahren in einem System praktiziert wird, das einem Druckmedienachsenrichtungsfehler unterworfen ist – und insbesondere, falls zumindest ein Teil dieses Richtungsfehlers nicht systematisch verteilt ist – dann umfasst das schrittweise Positionieren vorzugsweise das Anpassen eines Richtungsfehleraufnahmealgorithmus. Der Algorithmus liefert den im Wesentlichen zufälligen oder randomisierten Schrittabstand zum Verringen der Menge an Richtungsfehlern, die nicht systematisch verteilt sind.

**[0054]** Alle vorhergehenden Funktionsprinzipien und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden bei

der Betrachtung der folgenden detaillierten Beschreibung mit Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen besser verständlich.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0055]** [Fig. 1](#) ist eine perspektivische oder isometrische Ansicht eines Druckers/Plotters, der ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist und umfasst – obwohl die Erfindung gleichermaßen bezüglich kleinerer Schreibtischtyp-Druckern des Verbrauchermarktes anwendbar ist;

**[0056]** [Fig. 2](#) ist eine ähnliche Ansicht aber vergrößert, von Abschnitten einer solchen Druckmaschine – die insbesondere den Druckmedievorschubmechanismus umfasst – innerhalb des Druckers/Plotters von [Fig. 1](#);

**[0057]** [Fig. 3](#) ist eine ähnliche Ansicht aber etwas weniger vergrößert, von einem größeren Abschnitt der Druckmaschine;

**[0058]** [Fig. 4](#) ist ein äußerst schematisches Diagramm des Druckelement- (z. B. Düsen-) Arrays eines repräsentativen Druckkopfs, wie es effektiv unterteilt würde für einen herkömmlichen Drei-Durchlauf-Druckmodus – und auch entsprechend der unterteilten Struktur einer einzelnen resultierenden gedruckten Bahn auf einem Druckmedium mit den Höhen des einheitlichen Pixelvorschubs und des festen Druckmedievorschubs;

**[0059]** [Fig. 5](#) ist ein analoges Diagramm von sechs gedruckten Bahnen, wie sie unter Verwendung des herkömmlichen Dreidurchlaufmodus von [Fig. 4](#) gebildet werden;

**[0060]** [Fig. 6](#) ist ein ähnliches Diagramm wie [Fig. 5](#), aber für einen Drei-Durchlauf-Modus gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung, der abwechselnd zwei systematisch ausgewählte unterschiedliche Vorschubabstände verwendet – diese aufeinanderfolgenden Durchläufe sind in dieser Zeichnung leicht versetzt gezeigt von links nach rechts, nur zu Klarheitszwecken, da sie in einer allgemein vertikalen Ausrichtung angeordnet sind, wenn sie tatsächlich gedruckt werden;

**[0061]** [Fig. 7](#) ist ein allgemein ähnliches Diagramm wie die entgegengesetzten Ansichten von [Fig. 5](#) bzw. [Fig. 6](#) (obwohl sie eine etwas andere graphische Konvention verwendet), zeigt aber in der „A“-Ansicht auf der linken Seite sechs Durchläufe in einem Drei-Durchlauf-Druckmodus mit herkömmlichem einheitlichen Vorschub, und in der „B“-Ansicht auf der rechten Seite einen nicht-einheitlichen Vorschub gemäß einem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Verwendung mehrerer unterschiedlicher, leicht abweichender Vor-

schubabstände in rotierender oder anderer Reihenfolge;

[0062] **Fig. 8** ist ein Aufriss, der ein Düsenarray mit einem systematischen nach außen zielen PAD-Fehler in der „A“-Ansicht zeigt, und mit einem aktuell repräsentativeren Zufalls-PAD-Fehler in der „B“-Ansicht;

[0063] **Fig. 9** ist ein Paar von Draufsichten von gedruckten Bahnen, wie sie beabstandet sind, und mit Musterbildung, die sich aus dem systematischen nach außen zielen PAD-Fehler von **Fig. 8** ergibt – wobei in der „A“-Ansicht die Verwendung eines nominalen Vorschubhubs angenommen wird und in der „B“-Ansicht der Betrieb eines PAD-Fehler-Aufnahmesystems;

[0064] **Fig. 10** ist ein analoges Paar von Draufsichten, die Bahnen zeigen, wie sie mit dem Zufalls-PAD-Fehler von **Fig. 8B** gedruckt werden und in der „A“-Ansicht mit nominalem Hub; aber in der „B“-Ansicht mit zufällig variierendem Hub gemäß noch einem dritten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0065] **Fig. 11** ist ein schematisches Blockdiagramm, das sich auf die Funktionsblöcke innerhalb der programmdurchführenden Schaltungen des bevorzugten Ausführungsbeispiels konzentriert; und

[0066] **Fig. 12** ist ein Programmflussdiagramm, das den Betrieb bevorzugter Ausführungsbeispiele für einige Verfahrensaspekte der Erfindung darstellt.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

### 1. Der Druckermechanismus

[0067] Die Erfindung kann in einer großen Vielzahl von Produkten implementiert werden. Dieselbe kann in einem Drucker/Plotter enthalten sein, der ein Hauptgehäuse **1** (**Fig. 1**) mit einem Fenster **2** umfasst, und in einer linken Hülle **3**, die ein Ende des Chassis umhüllt. Innerhalb dieser Umhüllung befinden sich Wagentrage- und -antriebs-Mechanik und ein Ende des Druckmedievorschubmechanismus und auch eine Stiftnachfüllstation mit zusätzlichen Tintenkassetten.

[0068] Der Drucker/Plotter umfasst auch eine Druckmedienrollenabdeckung **4** und einen Aufnahmehälter **5** für Längen oder Lagen von Druckmedien, auf denen Bilder gebildet wurden und die von der Maschine ausgestoßen werden. Eine untere Verstrebungs- und Speicherablagerung **6** umspannt die Schenkel, die die beiden Enden des Gehäuses **1** tragen.

[0069] Unmittelbar über der Druckmedienabdeckung **4** befindet sich ein Eintrittsschlitz **7** für die Aufnahme von fortlaufenden Längen eines Druckmediums **4**. Außerdem ist ein Hebel **8** enthalten, für die Steuerung des Greifens des Druckmediums durch die Maschine.

[0070] Eine Frontbedienfeldanzeige **11** und Steuerungen **12** sind in der Haut der rechten Hülle **13** befestigt. Diese Hülle umschließt das rechte Ende der Wagenmechanik und des Mediumvorschubmechanismus und auch eine Druckkopfreinigungsstation. Nahe der Unterseite der rechten Hülle für schnellsten Zugriff befindet sich ein Standby-Schalter **14**.

[0071] In dem Gehäuse **1** und den Hüllen **3**, **13** dreht sich eine zylindrische Platte **41** (**Fig. 2**) – angetrieben durch einen Motor **42**, eine Schnecke **43** und ein Schneckengetriebe **44** unter Steuerung von Signalen von einem digitalen elektronischen Prozessor –, um die Lagen oder Längen des Druckmediums **4A** in einer Medievorschubrichtung zu treiben. Das Druckmedium **4A** wird dadurch aus der Druckmedirollenabdeckung **4** gezogen.

[0072] Währenddessen trägt eine Stifthaltewagenanordnung **20** Stifte vor und zurück über das Druckmedium entlang einer Bewegungsspur – senkrecht zu der Medievorschubrichtung – während die Stifte Tinte ausstoßen. Das Medium **4A** empfängt somit Tintentropfen für die Bildung eines gewünschten Bildes und wird in den Druckmedienbehälter **5** ausgestoßen.

[0073] Wie es in der Zeichnung angezeigt ist, kann das Bild ein Testmuster zahlreicher Farbfelder oder -bahnen **56** sein, zum Lesen durch einen optischen Sensor, um Kalibrierungsdaten zu erzeugen. Für aktuelle Zwecke sind solche Testmuster für die Verwendung beim Erfassen von Positionierungsfehlern.

[0074] Ein kleiner automatischer optoelektronischer Sensor **51** reitet mit den Stiften auf dem Wagen und ist nach unten gerichtet, um Daten über den Stiftzustand (Düsenabfeuerungsvolumen und -richtung und Zwischenstiftausrichtung) zu erhalten. Der Sensor **51** kann ohne weitere optische Messungen **65**, **81**, **82** durchführen (**Fig. 11**); die geeignete algorithmische Steuerung **82** liegt innerhalb der Fähigkeiten eines Durchschnittsfachmanns auf diesem Gebiet und kann durch die Erörterungen in dem vorliegenden Dokument gelenkt werden.

[0075] Ein sehr fein abgestufter Codiererstreifen **36** erstreckt sich straff entlang dem Bewegungsweg der Wagenanordnung **20** und wird durch einen anderen sehr kleinen automatischen optoelektronischen Sensor **37** gelesen, um Positions- und Geschwindigkeitssinformationen **37B** für den Mikroprozessor zu liefern. Eine vorteilhafte Position für den Codiererstreifen

fen **36** ist unmittelbar hinter den Stiften.

**[0076]** Eine derzeit bevorzugte Position für den Codiererstreifen **33** ([Fig. 3](#)) befindet sich jedoch nahe der Rückseite der Stiftwagenablage – entfernt von dem Raum, in den die Hände eines Benutzers zum Warten der Stiftnachfüllkassetten eingefügt werden. Für jede Position ist der Sensor **37** so angeordnet, dass sein optischer Strahl durch Öffnungen oder transparente Abschnitte einer Skala verläuft, die in dem Streifen gebildet ist.

**[0077]** Die Stiftwagenanordnung **20** wird durch einen Motor **31** hin- und herbewegt; entlang dualen Trage- und Führungsschienen **32, 34** – durch die Übertragung eines Antriebsriemens **35**.

**[0078]** Der Motor **31** wird durch Signale von dem digitalen Prozessor gesteuert.

**[0079]** Natürlicherweise umfasst die Stiftwagenanordnung eine Vorwärts-Fach-Struktur **42** für Stifte – vorzugsweise zumindest vier Stifte **23–26**, die jeweils Tinte von vier unterschiedlichen Farben halten. Typischerweise sind die Tinten in dem am weitesten links liegenden Stift Gelb **23**, dann Cyan **24**, Magenta **25** und Schwarz **26**.

**[0080]** Ein weiteres zunehmend übliches System weist jedoch in den mehreren Stiften Tinten unterschiedlicher Farbe auf, die tatsächlich unterschiedliche Verdünnungen für eine oder mehrere übliche chromatische Farben sind. Somit können sich unterschiedliche Verdünnungen von Schwarz in den mehreren Stiften **23–26** befinden. Praktischerweise können sowohl mehrere chromatische Farb- und mehrere Schwarz-Stifte in einem einzigen Drucker sein, entweder in einem gemeinsamen Wagen oder mehreren Wagen.

**[0081]** Außerdem ist in der Stiftwagenanordnung **20** eine hintere Ablage **21** enthalten, die verschiedene Elektronik trägt. Der Kolorimeterwagen hat ebenfalls eine hintere Ablage oder Erweiterung **53** ([Fig. 3](#)), mit einer Stufe **54**, um die Antriebskabel **35** freizulegen.

**[0082]** [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) stellen insbesondere ein System dar, wie z. B. das Hewlett-Packard Drucker/Plotter-Modell „DesignJet 2000CP“, das die vorliegende Erfindung nicht umfasst. Diese Zeichnungen stellen jedoch auch bestimmte Ausführungsbeispiele der Erfindung dar und – mit bestimmten nachfolgend erwähnten detaillierten Unterschieden – einen Drucker/Plotter, der bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung umfasst.

2. Erhöhen der Raumfrequenz; Versetzen von Bahn-grenzen

**[0083]** Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorlie-

genden Erfindung variieren den Abstand, um den das Druckmedium vorgeschoben wird, in Mehrfach-Durchlauf-Druckmodi. Der Vorschub wird am besten regelmäßig geändert – in der Tat wird er am häufigsten zwischen jedem Paar von aufeinanderfolgenden Durchläufen geändert.

**[0084]** Der Zweck ist es, eine größere Anzahl unterschiedlicher Positionen für die Ränder der Bahnen zu erzeugen. Diese Strategie erfordert das Entwickeln eines Druckmodus auf solche Weise, dass alle Pixelpositionen auf dem Druckmedium mit variierenden Vorschüben adressiert werden können.

**[0085]** Zusätzlich zum Variieren der Vorschübe des Druckmediums müssen entsprechend variierende Vorschübe in den Daten durchgeführt werden, um die Bildposition auf dem Druckmedium ausgerichtet zu derjenigen in den Daten zu halten. Auf der Basis der Beschreibungen hier sind erfahrene Programmierer auf diesem Gebiet in der Lage, den notwendigen Code vorzubereiten, um die Erfindung zu implementieren.

**[0086]** Es folgt ein Beispiel für einen Drei-Durchlauf-Druckmodus, obwohl die Erfindung für jeden einer großen Anzahl unterschiedlicher Durchläufe praktiziert werden kann. Die erste beschriebene Operation ist ein herkömmlicher Dreidurchlaufmodus.

**[0087]** Beim Betrachten eines solchen Modus ist es hilfreich, sich die Abmessung **h** ([Fig. 4](#)) der gedruckten Bahn in der Druckmediumvorschubachse so vorzustellen (die grob gleich ist wie die Druckkopfhöhe), dass dieselbe in drei gleiche Segmente **A**, **B** und **C** unterteilt ist. Die drei jeweiligen gleichen Höhen dieser gedruckten Bahnsegmente sind der Druckmedi-en- und der Datenvorschub.

**[0088]** Der Anfang **b** und das Ende **e** der Bahn werden durch die beiden Enden des Gesamtdruckkopfs gebildet. Während aufeinanderfolgende Durchläufe auftreten, wird die Einfärbung für jedes Bahnsegment fortlaufend abgeschlossen.

**[0089]** Beispielsweise werden die Segmente **A**, **B** und **C** jeweils teilweise während einem ersten Durchlauf ([Fig. 5](#)) des vorliegenden Beispiels eingefärbt. Vorhergehendes Einfärben in den oberen beiden Segmenten **A** und **B** tritt in früheren Durchläufen auf, und das Beispiel hier fängt mit einem darstellenden Segment **C** an.

**[0090]** Der erste Durchlauf, der in [Fig. 5](#) gezeigt ist, ist auch der erste Durchlauf, in dem das Segment **C** Tinte empfängt. In einem zweiten Durchlauf werden die Bahnsegmente **B**, **C** und **D** jeweils teilweise eingefärbt; und in einem dritten Durchlauf werden die Bahnsegmente **C**, **D** und **E** jeweils teilweise einge-

färbt.

**[0091]** In dem nächsten „ersten Durchlauf“ – d. h. in dem ersten Durchlauf des zweiten Zyklus, der in [Fig. 5](#) gezeigt ist – werden die Segmente D, E und F jeweils teilweise eingefärbt. Somit empfängt das Segment C in diesem Durchlauf überhaupt keine Tinte; anders ausgedrückt, nach dem dritten Durchlauf ist das Einfärben des Segments C abgeschlossen.

**[0092]** Daher ist klar, dass das Segment C in drei Durchläufen – nämlich dem ersten, zweiten und dritten Durchlauf des ersten Zyklus vollständig von Anfang bis Ende eingefärbt wird. Jeder dieser Durchläufe liefert ein Drittel der Gesamteinfärbung für das Segment C.

**[0093]** Jedes der anderen Segmente D, E, F, G und H (und auch A und B) wird auf gleiche Weise in drei Durchläufen eingefärbt – wobei zyklisch zwischen den nummerierten Durchläufen in der Zeichnung gewechselt wird, somit: 123, dann 231, 312 und dann erneut beginnend mit 123. Ferner wird jeder Durchlauf durch die gleichen Gruppen von Druckelementen (Düsen) eingefärbt. Jeder Durchlauf liefert ein Drittel des Gesamtfarbstoffs, der auf das Druckmedium platziert wird.

**[0094]** Die Grenzflächen (gestrichelte horizontale Linien j1-2, j2-3, j3-1) zwischen Durchläufen erscheinen bei einer räumlichen Periodizität eines Drittels der Bahnhöhe. Die räumliche Periodizität kann auch in reziproken Begriffen ausgedrückt werden, d. h. bezüglich der Raumfrequenz oder Wellenzahl. Wenn dieselbe so ausgedrückt wird, ist der Wert (gemessen in „Pro-Bahnhöhe“-Einheiten) der Kehrwert der Periode – nämlich Drei.

**[0095]** An jeder dieser Grenzflächen trifft das Ende einer Bahn mit dem Anfang einer anderen zusammen. Beispielsweise endet an der Grenzfläche j3-1 die oberste volle Bahn A-B-C, und die Bahn D-E-F beginnt. Bandbildungseffekte, die sich auf Bahngrenzen beziehen, haben entsprechend eine Wellenzahl 3 pro Bahnhöhe (dies kann als 3/Bahnhöhe oder 3 Bahnhöhe<sup>-1</sup> geschrieben werden).

**[0096]** Nachfolgend wird zum Vergleich mit diesem herkömmlichen Drei-Durchlauf-Modus mit festem Vorschub ein variabler Vorschub verwendet, um die Raumfrequenz der Bandbildung zu verdoppeln. So-wohl die darunter liegende Dreidurchlaufoperation als auch die Verdopplung der Frequenz sind nur Beispiele, andere Frequenzmehrfahe und auch andere Anzahlen von Durchläufen sind möglich.

**[0097]** Das Bahnsegment A wird nun als zwei schmalere Segmente J und K identifiziert ([Fig. 6](#)). Verbleibende Segmente werden ebenfalls unterteilt, aufgrund der Effekte der dargestellten Druckkopfpo-

sitionen – was die Segmente N bis X ergibt – oder vorheriger Druckpositionen, die nicht gezeigt sind, um die Segmente L und M zu erzeugen.

**[0098]** Um diese Frequenzverdoppelung in einem Drei-Durchlauf-Modus zu erreichen, unterscheidet sich der Vorschub zwischen jedem aufeinanderfolgenden Paar von Durchläufen. Bei dem Beispiel wechselt der Hub zwischen Vorschieben um 1/6 einer Bahn (wie von dem ersten Durchlauf zu dem zweiten) und  $3/6 = 1/2$  einer Bahn (wie von dem zweiten Durchlauf zu dem dritten).

**[0099]** Auf diese Weise treffen die Bahnenden e1, e2, e3 und Anfänge b3, b4, b1, b2 niemals zusammen. Statt dessen steht jedes Bahnende oder jeder Bahnanfang immer allein, so dass diese Merkmale bei einer Ein-Sechstel-Raumperiodizität auftreffen – oder anders ausgedrückt, mit der Wellenzahl 6/Bahnhöhe.

**[0100]** Außerdem gibt es nun Regionen der Bahn, die durch zwei oder drei oder vier Durchläufe abgeschlossen werden: Beispiele zwei für das Segment Q; drei für N, P, R und T; vier für Q und S. Anders ausgedrückt, für den dargestellten Druckmodus werden die Regionen des Bilds gefüllt durch zyklisches Wechseln zwischen den Durchläufen, somit: 12, 123, 1234, 234, 34, 3412, 12, 123 .... Die Anzahl möglicher Kombinationen von Düsengruppierungen, die eine Region der Bahn drucken, ist größer (sieben anstatt nur drei).

**[0101]** Um in diesem Fall einen Pseudo-Drei-Durchlauf-Druckmodus zu definieren, ist es notwendig, einen zusätzlichen vierten Durchlauf zu definieren; aber in der Realität benötigt es zum Drucken eines Bildes nur eine zusätzliche Bahn im Vergleich zu herkömmlichen Druckmodi. Diese Hinzufügung ist vernachlässigbar bezüglich der Auswirkung auf den Durchsatz, und beide Druckmodi benötigen die gleiche Zeit zum Drucken.

**[0102]** Das hier beschriebene Schema erzeugt nicht nur Verdopplung der Raumfrequenz, sondern auch die Eliminierung des Zusammentreffens von Bahnbeginn und – enden – für einen Druckmodus mit jeder ungeraden Anzahl von Durchläufen. Für eine gerade Anzahl von Durchläufen wird der Frequenzverdopplungseffekt nach wie vor erhalten, aber nicht bei der Eliminierung von zusammentreffenden Bahngrenzen.

**[0103]** Die Variation des Vorschubs kann nicht nur Verdopplung sondern auch andere Raumfrequenzmultiplikationen erzeugen. Druckmasken müssen unter Berücksichtigung dieser Überlegung entworfen werden.

**[0104]** Bestimmte aktuelle Druckmaskenerzeu-

gungswerzeuge akzeptieren nur konstante Vorschubwerte als Eingaben. Daher können dieselben die hier beschriebenen Maskentypen nicht automatisch erzeugen.

**[0105]** Die Maskenbildung für den sehr einfachen Drei-Durchlauf-Frequenzverdopplungsdruckmodus, der oben erörtert ist, wurde entsprechend manuell entworfen, als eine Durchführbarkeitskontrolle. Das Verdoppeln der Bandbildungsraumfrequenz wurde in der Tat erhalten, und die Verbesserungen im Vergleich zu einem herkömmlichen Drei-Durchlauf-Modus sind sehr bemerkenswert. Die Modifikation von Druckmaskenerzeugungswerzzeugen war einfach – und sollte es für einen Programmierer sein, der auf diesem Feld Fähigkeiten hat – und wurde in Druckmodus-Großmasken-Erzeugungswerzzeugen implementiert.

**[0106]** Die bisher beschriebenen Verfahren liefern drei Vorteile und einen möglichen Nachteil. Zunächst können sie die Raumfrequenz des Erscheinens von Bandbildung erhöhen – und dadurch die Wahrnehmung reduzieren.

**[0107]** Zweitens ermöglichen diese Verfahren das Versetzen von Bahngrenzen, so dass Bahnenden und – anfänge nie zusammentreffen – nie zusammen an einer gemeinsamen Stelle liegen. Dies trägt dazu bei, das Auftreten von Zusammenfließen und den Medienausdehnungseffekt an den Bahngrenzflächen und Zwischengrenzen zu reduzieren.

**[0108]** Außerdem neigt dies dazu, den Effekt von PAD-Fehler zu reduzieren, insbesondere zu dem Ausmaß, dass solche Probleme erneut nahe den Enden der Druckköpfe konzentriert werden können. Da es außerdem nur eine Bahngrenze an jeder Stelle gibt, anstatt zwei, ist die Empfindlichkeit gegenüber Fehlern bei einem Druckmedievorschubhub reduziert.

**[0109]** Ein dritter Vorteil ist das Erhöhen der Anzahl von Kombinationen von Düsengruppen, die jede Region jeder Bahn drucken. Mit einem herkömmlichen einheitlichen Vorschub ist die Anzahl von Düsenkombinationen, die jede Region drucken, gleich wie die Anzahl von Durchläufen: in einem Drei-Durchlauf-Modus wird jede Pixelzeile mit drei Düsen gedruckt – und diese gleichen drei Düsen drucken eine Zeile in jeder Bahn.

**[0110]** Das Variieren des Hubs ermöglicht es, dass mehrere Düsengruppen jede Region drucken; und die Periodizität, mit der Zeilen durch gemeinsame Düsengruppierungen gedruckt werden, ist größer als eine einzige Bahn. Dies ist ein Vorteil, denn je unregelmäßiger die Düsenverwendung, umso weniger anfällig ist die Bildqualität für PAD-Fehler.

**[0111]** Schließlich ergibt sich der potentielle Nachteil von der Tatsache, dass unterschiedliche Regionen durch unterschiedliche Anzahlen von Durchläufen abgeschlossen werden. Falls einige Durchläufe in  $n$ -Durchläufen vollständig eingefärbt werden, werden andere in  $n + 1$  eingefärbt und noch andere in  $n - 1$ ; dies wurde oben für das erweiterte Drei-Durchlauf-Beispiel beschrieben, bei dem bestimmte Segmente in nur zwei der Durchläufe abgeschlossen werden, während andere drei und andere vier erfordern.

**[0112]** Für geringe Anzahlen von Durchläufen könnte dieser Effekt zu einer Begrenzung werden. Da Druckmedien Tinte bei finiten Raten absorbieren, sind einige Regionen anfälliger für Zusammenfließen als andere; und in einigen Fällen können die unterschiedlichen Einfärbungszusammenfließgrade auffallend sein.

**[0113]** Falls er wahrnehmbar ist, kann dieser Effekt eine neue und unerwünschte Form von Bandbildung erzeugen. Solche Konsequenzen müssen beim Entwickeln der zugeordneten Druckmodi sorgfältig untersucht werden.

**[0114]** Falls notwendig, kann dieser Effekt reduziert oder vermieden werden. In dem Fall des oben näher dargestellten Drei-Durchlauf-Modus, kann der Druckmodus als ein Beispiel für die Regionen, die in vier Durchläufen gedruckt werden, entworfen werden, um die Einfärbung in drei Durchläufen oder in dreieinhalb abzuschließen.

**[0115]** Dies kann erreicht werden durch Reduzieren oder Eliminieren der Tintenmenge, die tatsächlich in dem vierten Durchlauf aufgebracht wird. Auf diese Weise kann die Zusammenfließvariation über einen typischen oder mittleren Wert bei einem annehmbaren Pegel gehalten werden.

### 3. Stärkere Variation von Druckelementkombinationen

**[0116]** Die Ausführungsbeispiele der Erfindung, die in dem vorhergehenden Abschnitt beschrieben wurden, zielen hauptsächlich darauf ab, die Bandbildung weniger auffällig zu machen, mit einer zusätzlichen Unterbrechung der Bandbildung selbst. Diejenigen des aktuellen Abschnitts zielen darauf ab, die Bandbildung vollständig zu unterbrechen, jedoch nach wie vor, ohne irgendwelche Druckkopf-PAD-Defekte zu eliminieren, die zu der Bandbildung beitragen.

**[0117]** Bänder sind sichtbarer, falls eine defekte Düse oder ein anderes Druckelement mit einer anderen defekten Düse gepaart wird, als wenn dieselbe mit einer nicht-defekten Düse gepaart wird. Das Gleiche gilt für Gruppen von drei oder mehr Düsen: Bänder sind sichtbarer, falls zwei defekte Düsen mit einer

nicht-defekten Düse gruppiert werden, als wenn dieselben in zwei Gruppen getrennt werden, jede mit mehreren nicht-defekten Düsen. Bänder sind ebenfalls sichtbarer, falls drei oder mehr defekte Düsen zusammen gruppiert werden, als wenn dieselben getrennt sind.

**[0118]** Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung brechen Strukturen auf, indem sie es unterlassen, immer die gleichen zwei Düsen zu paaren, um eine Punktzeile zu bilden. Wenn eine schlecht funktionierende Düse mit einer gut funktionierenden Düse (oder einer Region solcher Düsen) gepaart wird, ist die Bandbildung unauffällig und kann schwer zu sehen sein, selbst wenn ein Beobachter danach sucht.

**[0119]** Das Variieren der Paarung von Düsen unterbricht das sich wiederholende (z. B. 6 mm oder Vier-tel-Zoll) Muster. Wie es bereits angemerkt wurde, reduziert dieser Lösungsansatz nicht die Gesamtzahl von Defekten – sondern macht die Defekte weniger sichtbar durch Aufbrechen wiederholter Muster.

**[0120]** In einem Zwei-Durchlauf-Druckmodus mit einem 300-Düsen-Stift, ist beispielsweise ein herkömmlicher Einheits-Vorschub-Druckmodus ([Fig. 7](#), linke „A“-Ansicht) aus den oben erwähnten Gründen einer auffälligen Bandbildung unterworfen. Die einheitliche Paarung erscheint in den linken vier Spalten der begleitenden Tabelle.

**[0121]** Das Variieren des Vorschubs von 141 bis 150 Pixelzeilen macht zehn unterschiedliche Düsenpaarungen verfügbar, anstatt nur einer einzigen Paarung für den Einheits-Vorschub-Modus. Diese varierten Paarungen erscheinen in den rechten drei Spalten (zusammen mit der Durchlaufzahl in der linken Spalte) der Tabelle. Beispielsweise ist die Düse Nr. 201 ([Fig. 7](#), rechte „B“-Ansicht) wie zwischen dem ersten und dem zweiten Durchlauf mit einem vollen 150-Zeilen-Vorschub gepaart mit der Düse 51 – was der ersten Zeile der Tabelle entspricht, wie sie für den Durchlauf 1 aufgelistet ist. Wie zwischen dem zweiten und dritten Durchlauf, mit einem Vorschub von nur 144 Zeilen, wird statt dessen die gleiche Referenzdüse 201 mit der Düse 57 gepaart – was der zweiten Zeile der Tabelle entspricht, wie sie für den Durchlauf 2 aufgelistet ist.

**[0122]** Es ist anzumerken, dass die nicht-einheitlichen Vorschubwerte, die gegenüber der Durchlaufnummer tabellarisch angeordnet sind, keinem einfachen monotonen oder anderen einfachen arithmetischen Verlauf folgen. Folglich folgen die Anfangsdüsen (vorletzte Spalte) und die gepaarten Düsen (am weitesten rechts gelegene Spalte) unregelmäßigen Mustern.

**[0123]** Diese Unregelmäßigkeit zielt darauf ab, eine wesentliche, wenn auch nicht notwendigerweise ma-

ximale Differenz zwischen dem tatsächlichen und nominalen Vorschub zu liefern – und auch zwischen den tatsächlichen Vorschüben, die nacheinander verwendet werden. Wie die Durchläufe 7 bis 9 zeigen, kann dieses Ziel allgemein nicht beständig erhalten werden. Eine bestimmte zufriedenstellende Implementierung ist die Einstellung des Vorschubs durch Mehrfache von zwei Düsenzeilen. Wo ein herkömmlicher Vorschub beispielsweise 96 Düsen ist, wechselt diese Strategie beliebig zwischen 92, 94, 96, 98 und 100.

**[0124]** Dieser Lösungsansatz wurde auch in einer Prüfung gebraucht, die Vorschübe von 132, 140 und 148 Pixelzeilen verwendet. Bevorzugte Ausführungsbeispiele dieser Form der Erfindung sind nicht auf Zwei-Durchlauf-Druckmodi begrenzt, sondern sind statt dessen auch anwendbar auf Druckmodi, die mehr Durchläufe verwenden.

#### 4. Zufallsvariation

**[0125]** Die Ausführungsbeispiele der Erfindung, die in den vorhergehenden zwei Abschnitten beschrieben wurden, zielen hauptsächlich darauf ab, die Bandbildung weniger auffällig zu machen oder die Bandbildung selbst zu unterbrechen, oder beides, aber dies auf systematische Weise zu tun. Diejenigen dieses vorliegenden Abschnitts erweitern die Strategien, um nicht-systematische Techniken zu umfassen – nach wie vor ohne einen der Druckelementdefekte zu eliminieren, die die Bandbildung erzeugen.

**[0126]** Zufälliges Variieren des Vorschubhubs trägt dazu bei, PAD-Fehler zu verstecken, indem dieselben davon abgehalten werden, wiederholt in die gleichen relativen Positionen entlang dem zusammengesetzten gedruckten Bild zu fallen. Es folgt die Vorstellung, wie dies funktioniert, im gleichen Kontext, der vorher mit Bezugnahme auf [Fig. 9](#) erörtert wurde.

**[0127]** Wenn mit einem nominalen Vorschub Bereiche mit PAD-Fehlern (helleres Grau, [Fig. 10](#) linke „A“-Ansicht) in bestimmten Durchlaufkombinationen ausgerichtet fallen, müssen dieselben immer so ausgerichtet fallen. Das heißt, dieselben sind jedes Mal ausgerichtet, wenn die gleichen Kombinationen von Durchläufen und Bahnen **94–96** auftreten – wodurch Bereiche in dem zusammengesetzten Ausdruck **98** erzeugt werden, die durchwegs heller sind.

**[0128]** (Die Darstellung hier ist nicht unter Verwendung der gleichen Annahmen und Notation wie [Fig. 9](#) vorbereitet, die, zu r Erinnerung, Endeffekte adressiert. Hier wird stillschweigend eine viel höhere Gesamtanzahl von Durchläufen angenommen, einfach zu Darstellungszwecken, so dass die aufeinanderfolgenden gezeigten Bahnen nur um einen kleinen Bruchteil der Bahnabmessung longitudinal versetzt sind. Die dargestellten Bahnen **94–96** in [Fig. 10A](#) und

**94'-97'** in **Fig. 10B** sind ebenfalls darstellend und kein vollständiger Satz für die Länge des zusammengesetzten Bildes **98** oder **98'**. **Fig. 10** kann ebenfalls als schematischer als **Fig. 9** angesehen werden.)

**[0129]** Mit randomisiertem Vorschub (rechte „B“-Ansicht) werden statt dessen Bereiche mit PAD-Fehlern manchmal mit Bereichen, die frei von PAD-Fehlern sind, gepaart oder kombiniert – und manchmal nicht, selbst wenn die gleichen Kombinationen von Durchläufen und Bahnen **94'-97'** wieder auftreten. Der Grund ist, dass das Wiederauftreten von Durchlaufkombinationen nicht wie vorher von wiederauertretenden Ausrichtungen begleitet wird; diese werden durch die zufälligen Schwankungen des Vorschuhubs unterbrochen.

**[0130]** Wie es oben angemerkt wurde, haben einige Tintenstrahldrucker bereits einen installierten Algorithmus zum Bereitstellen eines Multiplizierers für den nominalen oder theoretischen Druckmediumvorschub, um die früheren systematischen PAD-Fehlerbahnausdehnungen aufzunehmen. Dieser Multiplizierer wird wiederum als der PAD-Faktor bezeichnet.

**[0131]** Bei einer typischen Anwendung berechnet der Drucker den optimalen PAD-Faktor für jeden Kopf,  $PF_1, PF_2, \dots$  Er mittelt dann die PAD-Faktoren, gewichtet dieselben durch ihre jeweiligen Verwendungen  $U_1, U_2, \dots$  in dem nächsten (oder vorhergehenden) Durchlauf:

$$PF = (PF_1 \cdot U_1 + PF_2 \cdot U_2 + \dots) / (U_1 + U_2 + \dots) \quad [1]$$

**[0132]** Der Drucker legt dann den resultierenden gewichteten mittleren PAD-Faktor – der sehr nahe zu Eins ist – an den nominalen Papervorschub an, der für den nächsten Durchlauf erforderlich ist:

$$\text{LETZTER VORSCHUB} = \text{NOMINAL} \cdot PF \quad [2]$$

**[0133]** Ein neuer Algorithmus gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung kann auf eine der beiden folgenden Weisen funktionieren:

- tatsächliche Algorithmen nutzen, um um den optimalen Wert herum zu randomisieren, oder
- einfach randomisieren.

**[0134]** Die erste Möglichkeit nimmt einfach das Ergebnis der Gleichung „[1“ und verwendet dasselbe als mittleres  $\mu$ , um eine zufällige Zahl um dasselbe herum zu extrahieren. Falls eine normale Verteilung  $N(\mu, \sigma)$  gewünscht ist, ist alles, was erforderlich ist, das Definieren eines Werts der Standardabweichung  $\sigma$ . Dann

$$PF_R = \underline{X}, \quad [3]$$

wobei  $\underline{X}$  = eine Zufallszahl ist, die von der Verteilung

$N(PF, \sigma)$  kommt. Die Gleichung „[2“ wird dann zu

$$\text{LETZTER VORSCHUB} = \text{NOMINAL} \cdot PF_R. \quad [4]$$

**[0135]** Selbst wenn  $PF$  genau konstant bleibt (was unwahrscheinlich ist), variiert  $PF_R$  um denselben, abhängig von  $\sigma$ .

**[0136]** Die zweite Möglichkeit ist eine Vereinfachung der ersten, einfach Einstellen des mittleren  $\mu \approx 1$ . Erneut muss für ein Normalverteilungsbeispiel eine Standardabweichung definiert werden und der randomisierte PAD-Faktor ist dann

$$PF_R = \underline{X}, \quad [5]$$

wobei  $\underline{X}$  nun  $\approx$  eine Zufallszahl, die von der Verteilung  $N(1.0, \sigma)$  kommt.

**[0137]** Das oben beschriebene bevorzugte Ausführungsbeispiel wurde in einem beispielhaften Drucker der Modell-„DesignJet-105x“-Reihe von Hewlett-Packard getestet. Dieser Großformatintenstrahldrucker umfasst bereits den oben erläuterten PAD-Faktor-Algorithmus, so dass die Bildung eines Prototyps der Erfindung sehr leicht war. Normale Verteilung wurde verwendet, und die Schritte waren:

1. Definiere  $\sigma$ .
2. Berechne  $PF$  wie oben (der Drucker führt dies durch).
3. Erhalte zwei Zufallsnummern  $\underline{x}_1$  und  $\underline{x}_2$  von einer einheitlichen Verteilung (in jeder modernen Programmiersprache üblich).
4. Berechne  $y = (-2 \ln (\underline{x}_1))^{1/2} \cdot \cos (2\pi \underline{x}_2)$ , eine Zufallszahl-verteilte  $N(0, 1)$ .
5. Verallgemeinere dieselbe auf eine andere Mittelwert- und Standardabweichung:  $PF_R = PF + y \cdot \sigma$  – oder, falls der zweite oben beschriebene Lösungsansatz bevorzugt wird, d. h. Randomisieren um den nominalen Vorschub, ersetze statt dessen  $PF = 1$ .
6. Lege die vorher präsentierte Gleichung „[4“ an:

$$\text{LETZTER VORSCHUB} = \text{NOMINAL} \cdot PF_R. \quad [4]$$

**[0138]** Die Ergebnisse dieser Prozedur sind eng analog zu dem Mehrfachdüsenkombinationslösungsansatz, der in dem vorhergehenden Abschnitt 4 beschrieben wurde, können aber im Allgemeinen eine leicht verbesserte Bildqualität liefern.

**[0139]** Die systematische Variation des Vorschubabstands, die in diesem Text beschrieben wurde, und in der beiliegenden Tabelle gezeigt ist, wird einfach ersetzt durch eine zufällige oder randomisierte Variation. Der Effekt ist es, Musterbildung aufgrund unerwünschter Wiederholungen von Düsenkombinationszusammentreffen weiter zu unterbrechen.

## 5. Hardware- und Programmimplementierungen der Erfindung

**[0140]** Bevor Einzelheiten in dem Blockdiagramm von [Fig. 11](#) erörtert werden, wird zunächst ein allgemeiner Überblick dieser Zeichnung geliefert. In [Fig. 11](#) sind die meisten Abschnitte **70**, **73**, **75–78** über die Mitte, einschließlich der Druckstufe **4A–51** ganz rechts, im Allgemeinen herkömmlich und stellen den Kontext der Erfindung in einem Tintenstrahldrucker/Plotter dar.

**[0141]** Der obere Abschnitt **63–72**, **81–85** und bestimmte Teile **85**, **61** der zentralen Abschnitte der Zeichnung stellen einen Großteil der vorher erwähnten Doval-Erfindung dar, die sich auf PAD-Fehlerunterbringung bezieht. Dieses Material ist hier im Wesentlichen kopiert, weil es ebenfalls einen Teil (wenn auch einen optionalen Teil) der Umgebung der vorliegenden Erfindung bildet.

**[0142]** Der Grund ist, dass das PAD-aufnehmende System – das bereits in bestimmten Tintenstrahldruckern, insbesondere Großformatmaschinen, installiert ist – angepasst werden kann, um bestimmte Funktionen der vorliegenden Erfindung durchzuführen. Diese Teile der Zeichnung sind in dem Doval-Dokument näher erörtert und werden als selbsterklärend angesehen und werden somit hierin nicht näher erörtert.

**[0143]** Die verbleibenden zentralen Abschnitte **170** und unteren Abschnitte **171–188** von [Fig. 11](#) beziehen sich insbesondere auf die vorliegende Erfindung. In diesem unteren Abschnitt sind die drei Hauptblöcke **171**, **176**, **181** überlappend gezeichnet, um den konzeptionell überlappenden Charakter der Funktionen in diesen Blöcken zu symbolisieren: die Bahnrandbeabstandungseinrichtung **171**, die Wellenzahl-( $1/\lambda$ ) variierende Einrichtung **176** und die Düsen kombinationsvariierende oder -erhöhende Einrichtung **181** sind bevorzugterweise miteinander integriert, so dass die entsprechenden Hauptaspekte der Erfindung in Kombination miteinander ausgeführt werden.

**[0144]** Nachfolgend wird auf die Einzelheiten Bezug genommen, und die Stiftwagenanordnung ist getrennt bei **20** dargestellt ([Fig. 11](#)), wenn dieselbe nach links **16** verläuft, während sie Tinte **18** ausstößt, und bei **20'**, wenn dieselbe nach rechts **17** verläuft, während sie Tinte **19** ausstößt. Es ist klar, dass sowohl **20** als auch **20'** den gleichen Stiftwagen darstellen.

**[0145]** Der vorher erwähnte digitale Prozessor **71** liefert Steuersignale **20B**, um die Stifte mit korrekter Zeitgebung abzufeuern, koordiniert mit Auflageantriebs-Steuersignalen **42A** an den Auflagemotor **42**, und Wagenantriebssteuersignalen **31A** an den Wagenantriebsmotor **31**. Der Prozessor **71** entwickelt

diese Wagenantriebssignale **31A** teilweise basierend auf Informationen über die Wagengeschwindigkeit und -position, die von den Codiersignalen **37B** abgeleitet ist, die durch den Codierer **37** geliefert werden.

**[0146]** (In dem Blockdiagramm fließen alle dargestellten Signale von links nach rechts, außer den Informationen **37B**, die zurück von dem Sensor zugeführt werden – wie es durch den zugeordneten Pfeil nach links angezeigt ist). Der Codestreifen **33** ermöglicht somit die Bildung von Farbtintentropfen bei ultra-hoher Präzision während dem Bewegen der Wagenanordnung **20** in jeder Richtung – d. h. entweder von links nach rechts (vorwärts **20'**) oder von rechts nach links (zurück **20**).

**[0147]** Neue Bilddaten **70** werden in einer Bildverarbeitungsstufe **73** empfangen **191**, die herkömmlicherweise ein Kontrast- und Farbeinstellungs- oder Korrekturmودul **76**, und ein Aufbereitungs-, Skalierungs- usw. Modul **77** umfassen kann.

**[0148]** Informationen **193**, die von den Bildverarbeitungsmodulen verlaufen, treten als Nächstes in ein Druckmaskierungsmodul **74** ein. Dieses kann eine Stufe **61** für spezifische Durchlauf- und Düsenzuweisungen enthalten. Die letztere Stufe **61** führt allgemein herkömmliche Funktionen aus, ist aber gemäß bestimmten Aspekten der vorliegenden Erfindung vorzugsweise auf Druckmodi beschränkt, die sehr kleine Anzahlen von Durchläufen verwenden – beispielsweise Ein-Durchlauf- oder Zwei-Durchlauf-Modi.

**[0149]** Trotzdem ist die Erfindung auch zugänglich für die Verwendung größerer Anzahlen von Durchläufen, wie es durch die Notation „oder 1- bis n-Durchlauf“ in Block **61** angedeutet wird. Außerdem befindet sich in diesem Block eine zusätzliche Beschränkung **170** zum Drucken einer vollständig eingefärbten Bahn bei jedem bestimmten Mehrfachen einer halben Hin- und Herbewegung des Wagens **20**, **20'** – nicht notwendigerweise eine Präferenz, aber statt dessen einfach eine Bedingung, mit der bestimmte bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung, die nachfolgend erörtert werden, verbunden sind **189**.

**[0150]** Der Begriff „halbe Hin- und Herbewegung“ bedeutet einen einzigen in eine Richtung verlaufenden Durchlauf des Druckkopfwagens – wie beispielsweise nur von links nach rechts oder nur von rechts nach links. Notierte Werte des „bestimmten Mehrfachen“ umfassen Eins, Zwei und Drei; ungerade Werte sind jedoch äußerst bevorzugt für Bahnrandtrennung und für Wellenzahlerhöhung und für diese Zwecke kann Drei ideal sein.

**[0151]** Eine andere Auswahl kann bevorzugter sein

für Formen der Erfindung, die Rotation oder Zufallsvariation zwischen einer relativ großen Anzahl von Schrittabstandswerten verwenden. In diesen Fällen kann ein „bestimmtes Mehrfaches“ von Eins oder Zwei ideal sein, da diese den höchstmöglichen Durchsatz liefern.

[0152] Mit diesen Gedanken bezüglich Beschränkungen der Durchlauf- und Düsenzuweisungsfunktion **61** wendet sich die Erörterung nun Merkmalen zu, die für die vorliegende Erfindung spezieller sind. Bestimmte Merkmale **172** sind besonders gut geeignet, für die Steuerung **178** oder „Anpassung“ des vorinstallierten PAD-Fehleraufnahmealgorithmus **72, 81–85**.

[0153] Diese Merkmale umfassen die in dem obigen Abschnitt 2 erörterte Bahnrandbeabstandungseinrichtung **172**. Diesen Einrichtungen ist die Beabstandungsabstandsrandomisierungseinrichtung **173** zugeordnet, die insbesondere der Algorithmusanzapassungseinrichtung **174** und ihrer Verbindung zu dem Algorithmusblock **85** zugeordnet ist.

[0154] Der letztere Block **85** ist verbunden **187, 196**, um die letzte Ausgabestufe **178** zu steuern, insbesondere bezüglich ihrer Erzeugung der Druckmedienvorschubsignale **42A**. Alle anderen Merkmale **175–188** können jedoch auch auf diese gleiche Weise implementiert werden – selbst wenn dieselben nicht so dargestellt sind.

[0155] Falls es bevorzugt wird, das PAD-Fehleraufnahmesystem **72, 81–85** nicht zu verwenden, um die Steuerung durch die Beabstandungseinrichtung **172** zu bewirken, dann kann statt dessen eine alternative Anordnung verwendet werden. Ein alternativer Weg **178** führt die benötigten Informationen in den Ausgabestufensteuerbus **196** nachgeschaltet zu dem PAD-Algorithmusblock **85** ein, wie es gezeigt ist. Die anderen Druckmedienvorschubstrategien der Erfindung, falls sie nicht durch den Algorithmusblock **85** geleitet werden, wie es in dem vorhergehenden Absatz erwähnt ist, können gleichermaßen auf direktere Weise implementiert werden **179, 188**.

[0156] Eine bevorzugte Form der Randbeabstandungseinrichtung **172** umfasst eine Einrichtung **175** zum Beabstanden der Ränder deutlich entfernt voneinander. Bevorzugte Werte einer solchen Beabstandung umfassen zumindest ein Zwanzigstel der PAD-Abmessung der Bahn – d. h. der Abmessung der Bahn in der Druckmediumvorschubrichtung. Das Beabstanden der Ränder entfernt voneinander um ein Zehntel der Bahn-PAD-Abmessung ist in der Praxis noch bevorzugter, da dasselbe einem Druckmodus entspricht, der eine kleinere Anzahl von Durchläufen verwendet.

[0157] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfin-

dung umfassen auch eine Einrichtung **176** zum Erhöhen der Raumfrequenz oder „Wellenzahl“ der Bandbildung in gedruckten Bildern. Da die Zeichnung voll ausgefüllt ist, wurde die übliche Wellenzahlnotation „ $1/\lambda$ “ verwendet, um die Raumfrequenz darzustellen, „ $\Delta$ “, um Variation darzustellen, und „ $2\times$ “, um Verdopplung darzustellen. Folglich erscheint die Raumfrequenzvariierungeinrichtung **176** als  $\Delta(1/\lambda)$  und die bevorzugte Raumfrequenzverdopplungeinrichtung **177** als  $2 \times (1/\lambda)$  gekennzeichnet.

[0158] Die verbleibende Einrichtung **181** ist zum Variieren der Anzahl von Düsenkombinationen, die verwendet werden, um ein Bild zu drucken. Allgemein gesagt hat eine solche Variation vorzugsweise die Form einer Erhöhung.

[0159] Diese Einrichtung **181** umfasst vorzugsweise wiederum eine Einrichtung **185** zum Variieren der Länge des Schritts oder Hubs zwischen den Bahnen. Diese letztere Einrichtung **185** wiederum umfasst eine Einrichtung **184** zum Liefern einer solchen Variation bei jedem Schritt.

[0160] Bei einer bevorzugten Form dieser schrittweisen Variierungseinrichtung **184** umfasst dieselbe eine Einrichtung **183** zum Abwechseln zwischen zwei einzelnen Werten. Wie die Zeichnung nahelegen soll, ist diese Einrichtung **183** zumindest konzeptionell mit der Verwendung eines Dreidurchlaufmodus verbunden **189**, der, wie es durch das frühere Beispiel gezeigt ist, eine bevorzugte Möglichkeit zum Betreiben des Durchlauf/Zuweisungsblocks **61** ist.

[0161] Mit weiterer Bezugnahme auf diese gleiche Operation ist die Abwechslungseinrichtung **183** besonders gut implementiert **183'** mit einem Ein-Sechstel und einem Ein-Halb-Bahn-PAD-Abmessungsschritt. Eine weitere bevorzugte Form der schrittweisen Variierungseinrichtung **184** hat die Form einer Einrichtung zum Variieren gemäß der Funktion  $(2\underline{n} - 1)/2\underline{N}$ , wie es vorher erwähnt wurde, wobei  $\underline{n}$  von 1 bis  $\underline{N}$  reicht, und der Wert  $\underline{N}$  (die Anzahl von Durchläufen) vorzugsweise ungerade ist, wie die Zeichnung darstellen soll.

[0162] Die Einrichtung, die durch die mehreren Blöcke **171, 176, 181** dargestellt ist, wie sie gezeigt sind, sind in integrierten Schaltungen **71** implementiert. Mit den Funktionsangaben und Bahndiagrammen, die in diesem Dokument präsentiert sind, kann ein erfahrener Programmierer mit durchschnittlichen Fähigkeiten auf diesem Gebiet geeignete Programme für den Betrieb der Schaltungen vorbereiten.

[0163] Wie es gut bekannt ist, können die integrierten Schaltungen **71** Teil des Druckers selbst sein, wie z. B. eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC), oder können Programmdaten in einem Nur-Lese-Speicher (ROM) sein – oder können wäh-

rend dem Betrieb Teile einer programmierten Konfiguration von Betriebsmodulen in der zentralen Verarbeitungseinheit (CPU) eines Universalcomputers sein, der Befehle von einer Festplatte liest.

**[0164]** Üblicherweise werden die Schaltungen von zwei oder mehr dieser Art von Vorrichtungen gemeinschaftlich verwendet. Im modernsten Fall ist eine weitere Alternative ein getrenntes unabhängiges Produkt, wie z. B. ein sogenannter „Rasterbildprozessor“ (RIP), der verwendet wird, um zu vermeiden, dass der Computer oder der Drucker übermäßig beansprucht werden.

**[0165]** Beim Betrieb gewinnt das System sein Betriebsprogramm auf geeignete Weise wieder **101** ([Fig. 12](#)) – d. h. durch Lesen von Befehlen von dem Speicher im Fall einer Firmware- oder Software-Implementierung, oder einfach durch Betreiben zweckgebundener Hardware im Fall einer ASIC oder ähnlichen Implementierung. Sobald es auf diese Weise vorbereitet ist, schreitet das Verfahren fort, die Betriebsschritte **102–117, 122–124** zu wiederholen **118**. In Anbetracht der obigen Ausführungen wird davon ausgegangen, dass ein Fachmann auf diesem Gebiet die Einzelheiten von [Fig. 12](#) selbsterklärend findet.

**[0166]** Die obige Offenbarung ist lediglich beispielhaft und soll den Schutzbereich der Erfindung nicht begrenzen – der durch Bezugnahme auf die angehängten Ansprüche bestimmt wird.

### Patentansprüche

1. Ein Verfahren zum Drucken eines Bildes (**56**), wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:  
Ausführen mehrerer Durchläufe (**16, 17; 102; 321–326**) eines Druckkopfs (**23, 24, 25, 26**) über ein Druckmedium (**4A**), wobei jeder Durchlauf eine Bahn (A–C; **94, 95, 96**) von Markierungen auf dem Medium bildet;  
zwischen Druckdurchläufen des Druckkopfs, schrittweises Positionieren (**105**) des Druckmediums um einen Nicht-Null-Vorwärtsschrittabstand (**311–315**), der zwischen den Schritten variiert (**106**); **dadurch gekennzeichnet**, dass  
das schrittweise Positionieren das Beabstande der Ränder (b3, b4, e1, e2) jeder Bahn entfernt von den Rändern (b4, e1, e2, b3) von im Wesentlichen jeder anderen Bahn umfasst, so dass im Wesentlichen keine zwei Bahränder auf einem solchen Medium zusammenfallen (**117**).

2. Das Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem:  
das schrittweise Positionieren das Beabstande der Ränder gut entfernt voneinander umfasst, nämlich zumindest ein Zwanzigstel der Bahnabmessung (h) in einer Richtung (**199**) des Druckmedienvorschubs.

3. Das Verfahren gemäß Anspruch 2, bei dem:  
das schrittweise Positionieren das Beabstande der Ränder um zumindest ein Zehntel der Bahnabmessung (h) in einer Richtung (**199**) des Druckmedienvorschubs umfasst.

4. Das Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem:  
der Schrittabstand (**114**) innerhalb der oben angekenneten Bedingungen im Wesentlichen zufällig oder randomisiert ist.

5. Das Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem:  
der Schrittabstand im Wesentlichen zwischen mehreren verschiedenen Werten (**311–313, 314–315**) turnusmäßig wechselt (**107**).

6. Das Verfahren gemäß Anspruch 5, bei dem:  
der Schrittabstand im Wesentlichen zwischen den mehreren verschiedenen Werten in einer vorbestimmten Sequenz (**311, 314, 312, 315, 313**) der Werte turnusmäßig wechselt.

7. Das Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem:  
der Schrittabstand im Wesentlichen zwischen zwei verschiedenen Werten (**311–313, 314–315**) wechselt (**111**).

8. Das Verfahren gemäß Anspruch 7, bei dem:  
die Anzahl der Durchläufe Drei ist; und  
die beiden verschiedenen Werte ein Sechstel (**311–313**) und eine Hälfte (**314, 315**) einer Höhe (h) der Bahn sind.

9. Das Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem:  
die Anzahl **N** von Durchläufen ungerade ist;  
der Schrittabstand zwischen Werten variiert (**112**), die die folgende Form haben:

$$(2n-1)/2N,$$

wobei **n** eine Ganzzahl ist, die von 1 bis **N** reicht.

10. Das Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem:  
die Beabstandung von Rändern Bandbildungseffekte (**98'**) bewirkt, die durch die Vorrichtung erzeugt werden, um eine Raumfrequenz aufzuweisen, die sich von der der Bandbildungseffekte (**93''**) unterscheidet, die unter Verwendung von etwa einer gleichen Anzahl von Durchläufen, aber mit nicht-varierendem Schrittabstand (**331–338**) erzeugt werden.

11. Das Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem:  
die Beabstandung von Rändern Bandbildungseffekte (**98'**) bewirkt, die durch die Vorrichtung erzeugt werden, um eine Raumfrequenz aufzuweisen, die größer ist als die der Bandbildungseffekte (**93''**), die unter Verwendung von etwa einer gleichen Anzahl von Durchläufen, aber mit nicht-varierendem Schrittabstand (**331–338**) erzeugt werden.

12. Das Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem die Beabstandung von Rändern Bandbildungseffekte (98') bewirkt, die durch die Vorrichtung erzeugt werden, um eine Raumfrequenz aufzuweisen, die im Wesentlichen zweimal (116) die der Bandbildungseffekte (93'') ist, die unter Verwendung von etwa einer gleichen Anzahl von Durchläufen, aber mit nicht-variierendem Schrittabstand (331–338) erzeugt werden.

13. Vorrichtung zum Drucken eines Bildes (56) auf einem Druckmedium (4A), wobei die Vorrichtung folgende Merkmale umfasst:

einen Druckkopf (23, 24, 25, 26);  
 eine Einrichtung (20, 20B) zum mehrmaligen Leiten des Druckkopfs über ein solches Medium, wobei jeder Durchlauf eine Bahn (A–C; 94, 95, 96) von Markierungen auf einem solchen Medium bildet;  
 eine Einrichtung zum schrittweisen Positionieren (105) des Druckmediums, zwischen Druckdurchläufen des Druckkopfs, um einen Nicht-Null-Vorwärts-schrittabstand (311–315), der zwischen den Schritten variiert (106); gekennzeichnet durch  
 eine Einrichtung (172) zum Beabstanden der Ränder (b3, b4, e1, e2) jeder Bahn entfernt von Rändern (b4, e1, e2, b3) von im Wesentlichen jeder anderen Bahn, so dass im Wesentlichen keine zwei Bahnräder auf einem solchen Medium zusammenfallen (117).

14. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 13, bei der: die Beabstandungseinrichtung eine Einrichtung (175) zum Beabstanden der Bahnräder gut entfernt von einander umfasst, nämlich zumindest ein Zwanzigstel der Bahnabmessung (h) in einer Richtung (199) des Druckmedienvorschubs.

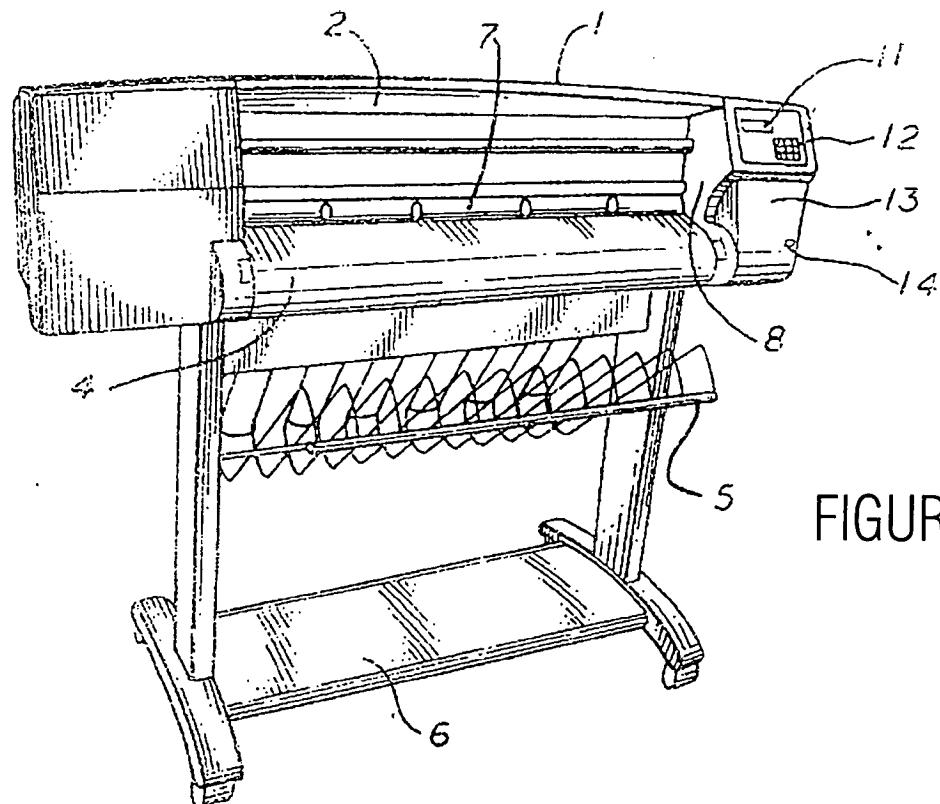
15. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 14, bei der: die Beabstandungseinrichtung eine Einrichtung (175) zum Beabstanden der Bahnräder um zumindest ein Zehntel der Bahnabmessung (h) in einer Richtung (199) des Druckmedienvorschubs umfasst.

16. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 13, bei der: der Schrittabstand im Wesentlichen zufällig oder randomisiert ist (114).

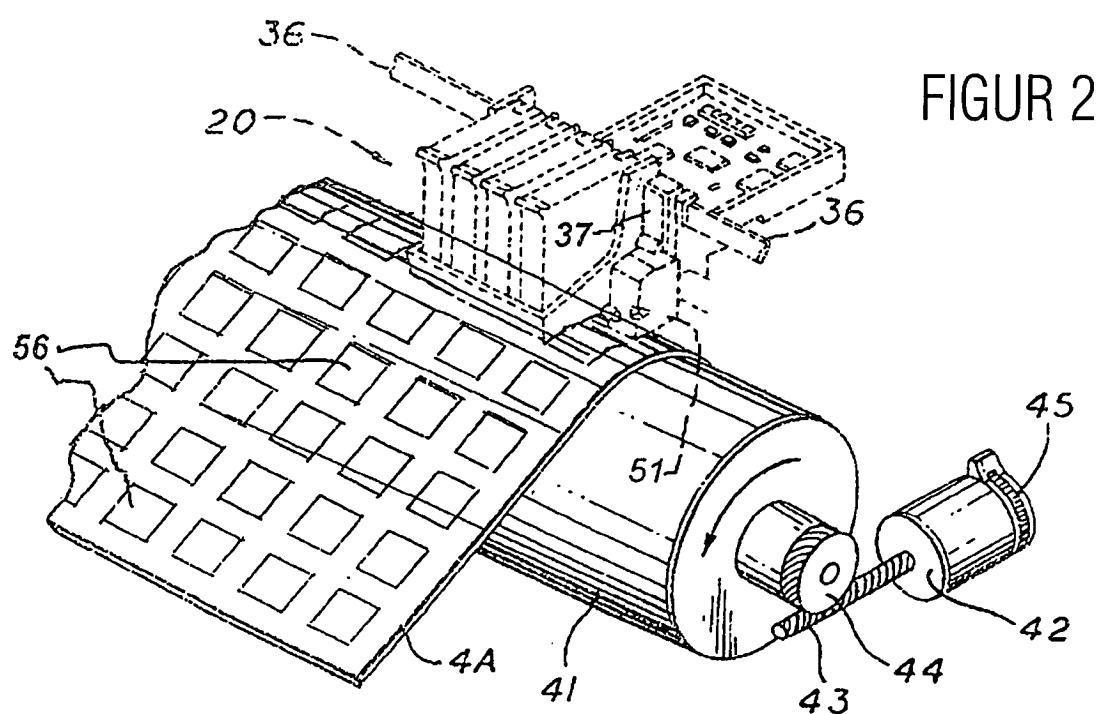
17. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 13, insbesondere für die Verwendung in einem Drucker, der einen eingebauten Algorithmus (64, 72, 85) zum Aufnehmen (85) eines Druckmedienvorschubachsenfehlers (93) aufweist, und wobei:  
 der Schrittabstand unter Verwendung einer Adaption (174, 115) des Fehleraufnahmealgorithmus variiert wird (187).

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

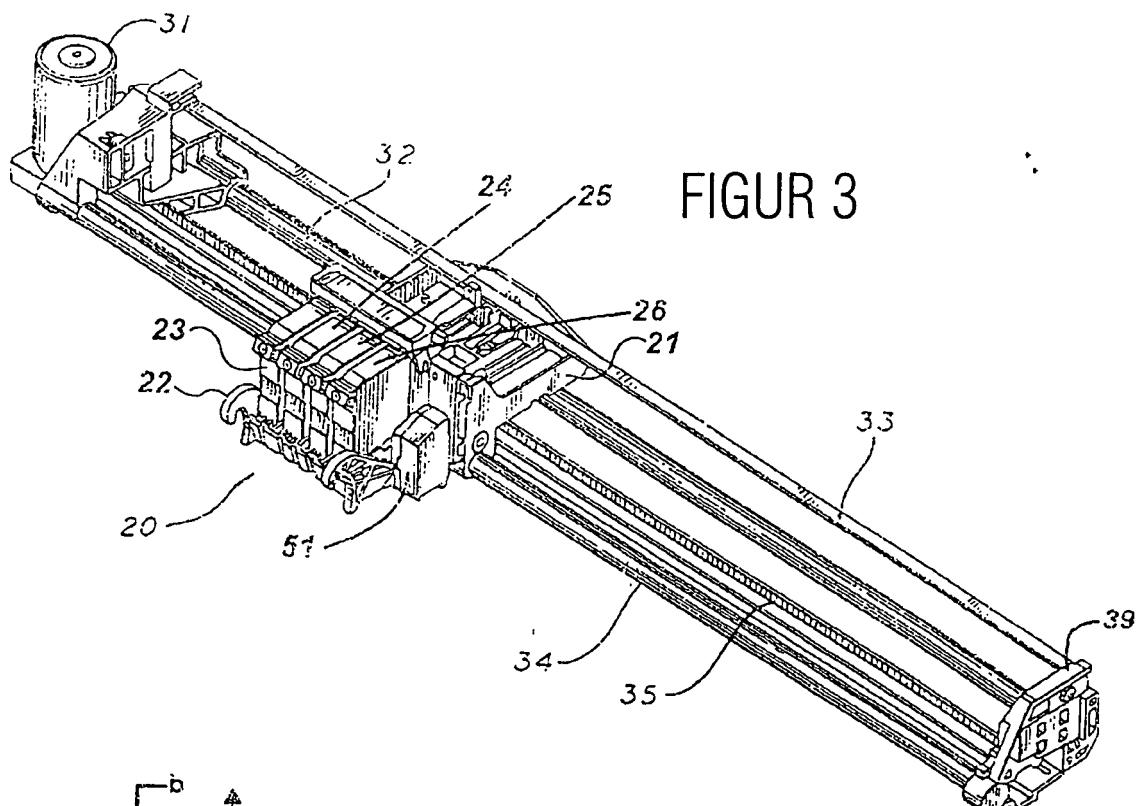
Anhängende Zeichnungen



FIGUR 1



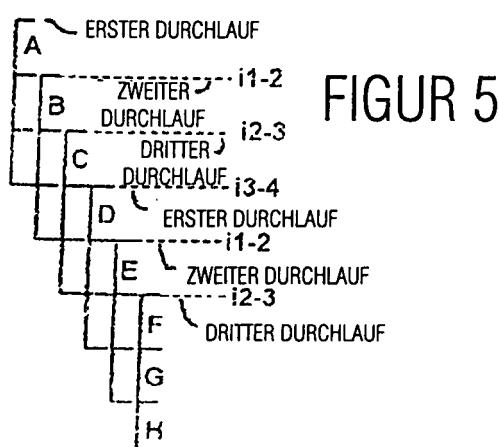
FIGUR 2



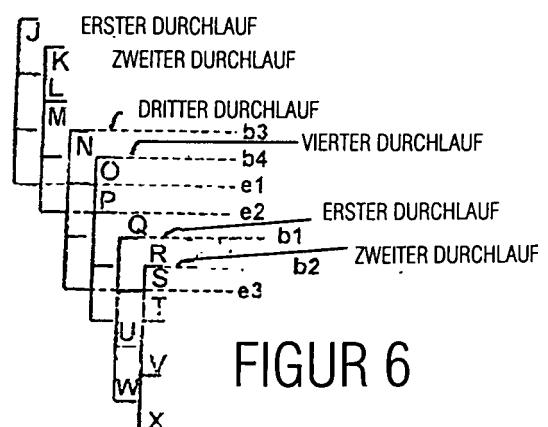
FIGUR 3



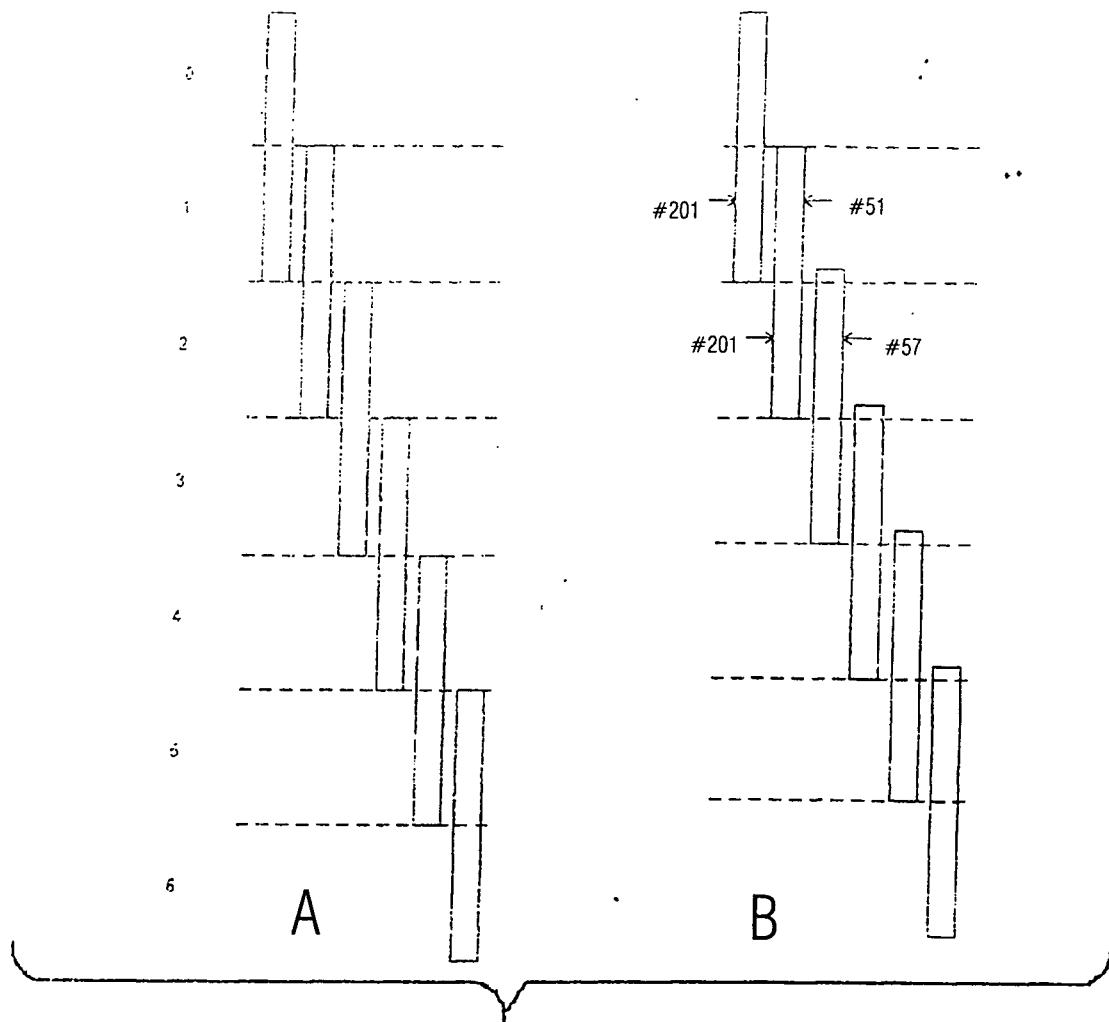
FIGUR 4



FIGUR 5



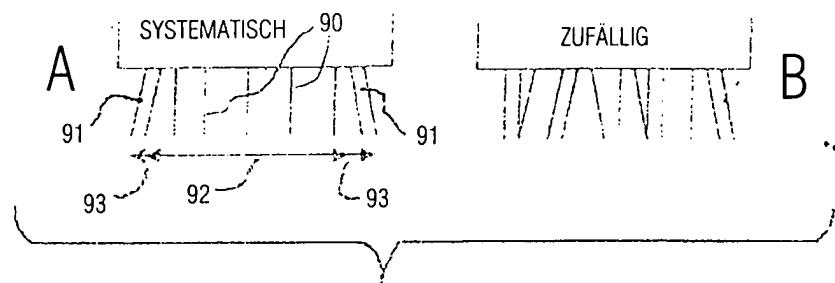
FIGUR 6



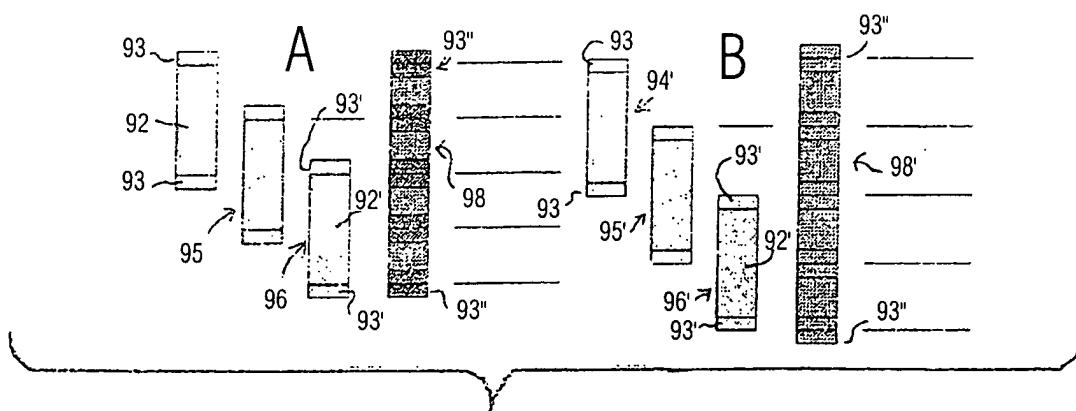
FIGUR 7

TABELLE

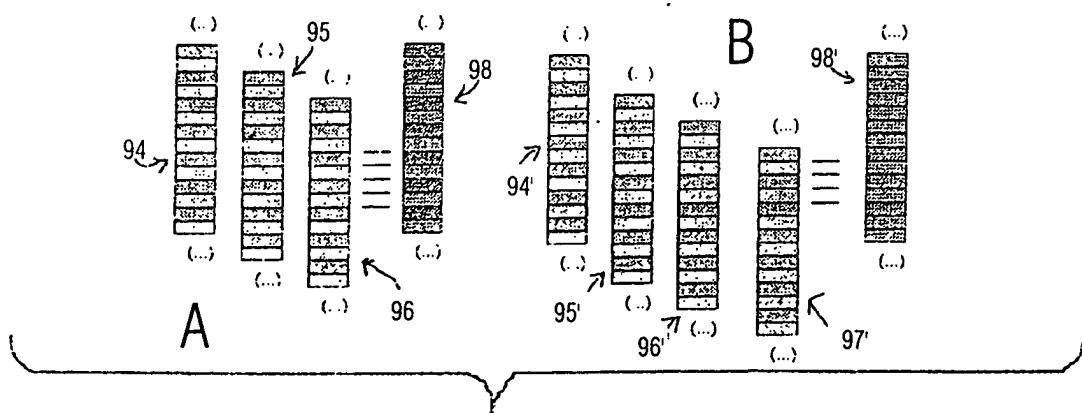
DURCHLAUF-NUMMER	EINHEITLICHER VORSCHUB			NICHT EINHEITLICHER VORSCHUB		
	VOR-SCHUB	ANFANGS-DÜSE	DÜSE GEPAART MIT NR. 201	VOR-SCHUB	ANFANGS-DÜSE	DÜSE GEPAART MIT NR. 201
1	150	1	51	150	1	51
2	150	1	51	144	7	57
3	150	1	51	145	2	52
4	150	1	51	143	8	58
5	150	1	51	148	3	53
6	150	1	51	141	10	60
7	150	1	51	147	4	54
8	150	1	51	145	6	56
9	150	1	51	142	9	59
10	150	1	51	146	5	55
GESAMTVORSCHUB			1455			
DURCHGANGSVERLUST			6%			3%



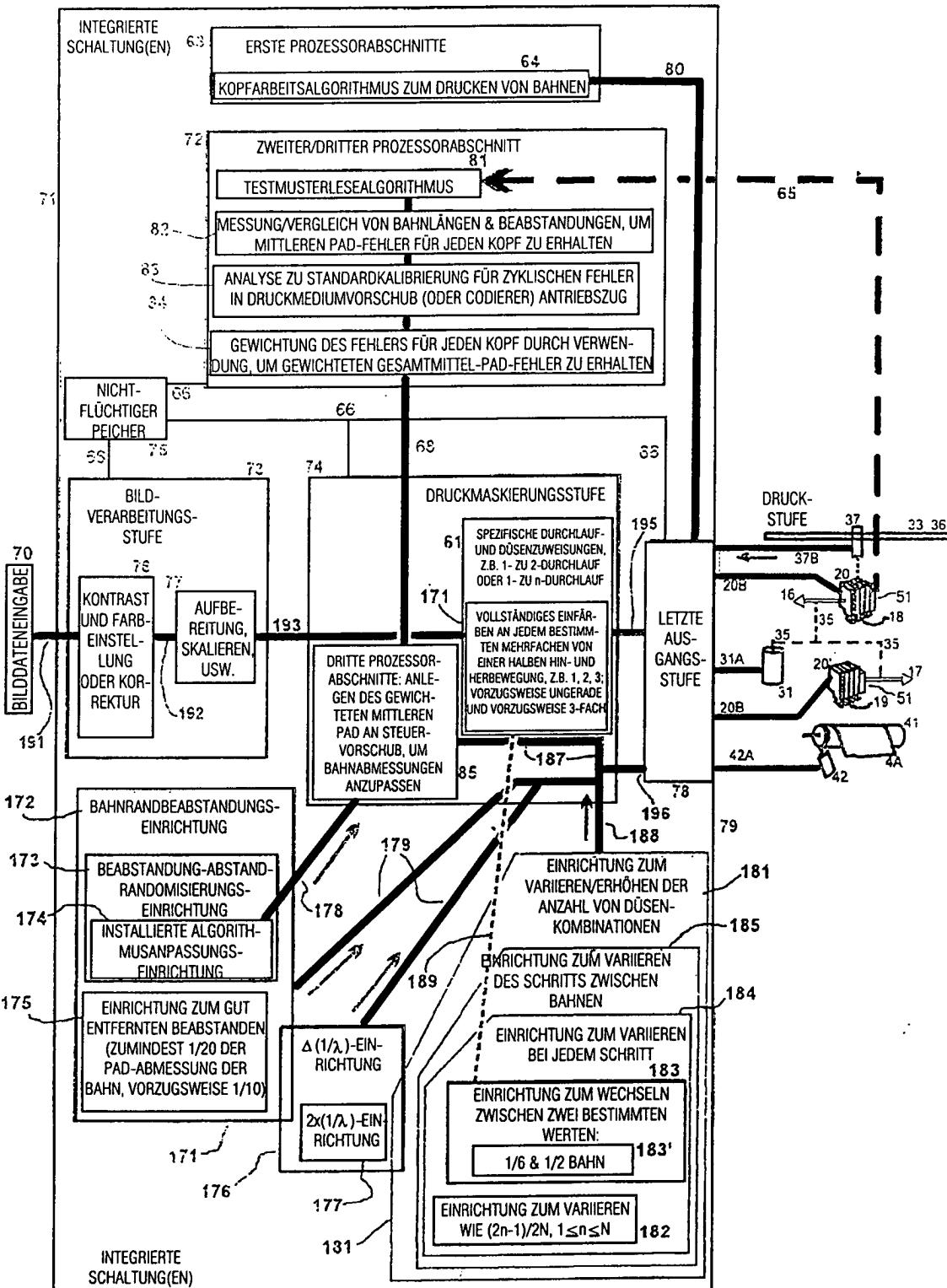
FIGUR 8



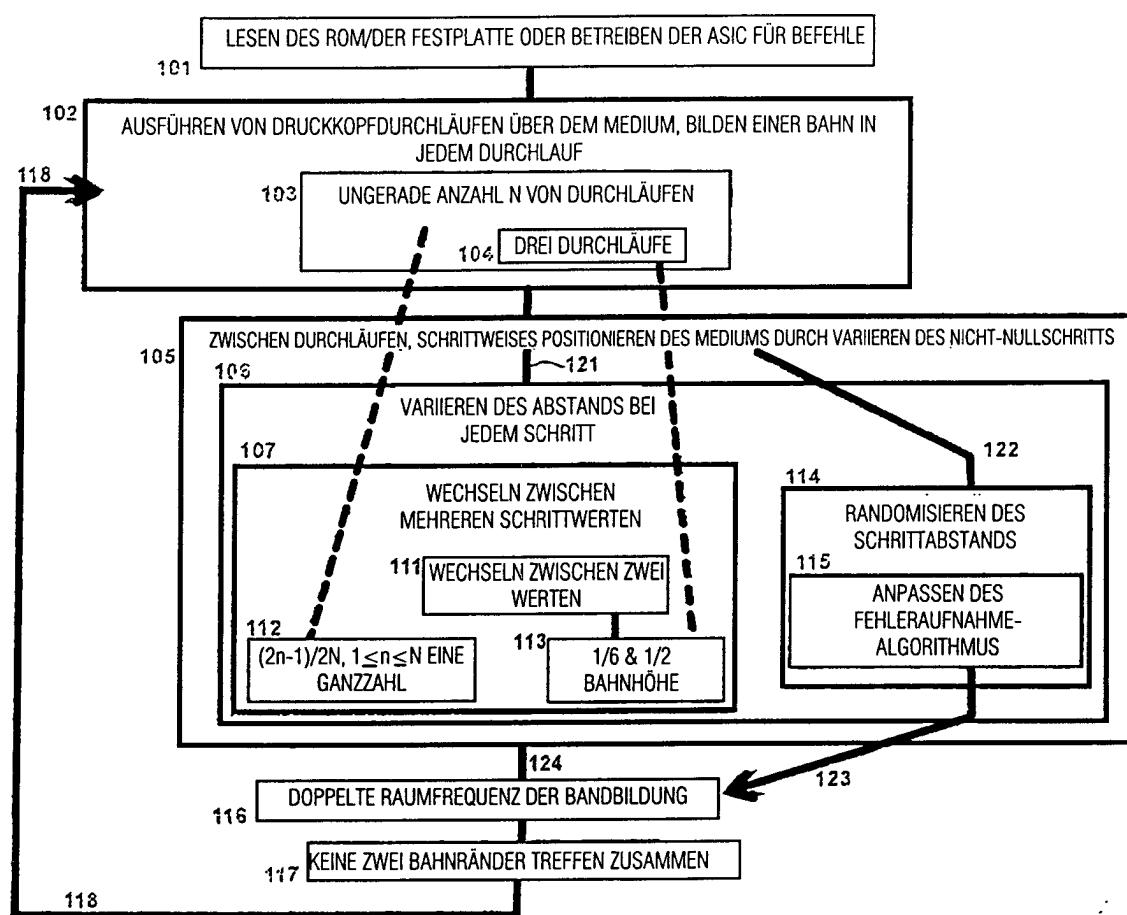
FIGUR 9



FIGUR 10



## FIGUR 11



FIGUR 12